

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ

ХАРЬКОВСКАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ  
ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА

---

И.И. РОМАНЕНКО

**ИНДУСТРИАЛИЗИРОВАННЫЕ  
СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ:  
МЕТОДОЛОГИЯ  
ЗАМЕНЯЕМОСТИ И МОДУЛЬНОСТИ**

Харьков – 2008

**Романенко И.И.** Индустриализированные строительные системы: методология заменяемости и модульности. – Харьков: ХНАГХ, 2008. – с. 438: ил.

Монография содержит критический обзор становления и применения основ типового архитектурно-строительного проектирования предшествующего периода и посвящена их совершенствованию с формированием методологии проектирования зданий и сооружений как индустриализированных строительных систем (ИСС), основанной на системном подходе к ним и в их развитии. Методология включает обобщенную теорию заменяемости и обобщенную теорию модульности, другие теоретические положения. Приведены примеры решения частных научно-технических проблем (технических задач), полученные на основе этих теорий.

Рассчитана на архитекторов, инженеров-строителей и технологов строительного производства, в частности, на студентов профессионального направления «Строительство» образовательно-квалификационного уровня – магистр; может заинтересовать специалистов других отраслей промышленности.

Монографія містить критичний огляд становлення і застосування основ типового архітектурно-будівельного проектування попередньої доби і присвячена їх удосконаленню з формуванням методології проектування будівель і споруд як індустріалізованих будівельних систем (ІБС), заснованої на системному підході до них та у їхньому розвитку. Методологія включає узагальнену теорію замінності та узагальнену теорію модульності, інші теоретичні положення. Наведені приклади вирішення окремих науково-технічних проблем (технічних завдань), отримані на підставі цих теорій.

Розрахована на архітекторів, інженерів-будівельників і технологів будівельного виробництва, зокрема, на студентів з професійного напрямку «Будівництво» за освітньо-кваліфікаційним рівнем – магістр; може зацікавити фахівців інших галузей промисловості.

*Рекомендовано к печати Ученым советом*

*Харьковской национальной академии городского хозяйства: прот. № 7 от 06.03.2008*

*Р е ц е н з е н т ы:*

доктор архитектуры, профессор Н.Я. Крыжановская,  
доктор технических наук, профессор В.А. Бондарь,  
доктор технических наук, профессор И.В. Барабаш

*Ответственный за выпуск:*

кандидат технических наук, доцент Завальный В.А.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ.....</b>	<b>5</b>
<b>1. СТАНОВЛЕНИЕ МЕТОДОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ КАК ИНДУСТРИАЛИЗИРОВА- ННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ.....</b>	<b>9</b>
1.1. Взаимосвязь проектирования и индустриализированного строительства.....	9
1.2. Формирование основ типового проектирования .....	32
1.3. Основная проблема сборных строительных систем и номенклатуры элементов, частные проблемы проектирования.....	64
Выводы по главе.....	69
<b>2. ЗАМЕНЯЕМОСТЬ СБОРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И СИСТЕМ ....</b>	<b>72</b>
2.1. Взаимозаменяемость и первоисточник различий .....	72
2.2. Содержание понятия взаимозаменяемости, аксиомы многообразия.....	87
2.3. Методологический анализ происхождения многообразия.....	92
2.4. Теоретическая модель развития систем.....	106
2.5. Технический эффект многообразия, повышение его результативности.....	118
2.6. Систематизация факторов образования различий.....	126
Выводы по главе.....	143
<b>3. МОДУЛЬНОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ И СИСТЕМ.....</b>	<b>145</b>
3.1. Модульность в проектировании .....	145
3.2. Анализ и обобщение понятия модуля.....	148
3.3. Систематизация модулей.....	157
3.4. Модель вариабельности систем из заменяемых элементов....	179
3.5. Обобщенная модульная система, ее подсистемы.....	187
3.6. Структурные модули с модульной несущей способностью...	201
3.7. Разнозаменяемые теплотехнические модули.....	204
Выводы по главе.....	206

<b>4. ЗАКОН МНОГООБРАЗИЯ ИНДУСТРИАЛИЗИРОВАННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ.....</b>	<b>208</b>
4.1. Идентификационная характеристика частных форм заменяемости.....	215
4.2. Типология индустриализированных строительных систем.....	229
4.3. Формулирование закона, его следствия, область действия.....	233
4.4. Типология и классификация методов разнотипности.....	237
Выводы по главе.....	255
<b>5. ВЕРИФИКАЦИЯ ОБОБЩЕННЫХ ТЕОРИЙ ЗАМЕНАЕМОСТИ И МОДУЛЬНОСТИ В РЕШЕНИЯХ ЧАСТНЫХ ПРОБЛЕМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ.....</b>	<b>257</b>
5.1. Формальная разнотипность.....	257
5.2. Разнотипность на основе обобщенной модульности.....	299
5.3. Комплексное применение обобщенных теорий заменяемости и модульности.....	327
5.4. Неноминальная заменяемость .....	353
5.5. Особенности методического анализа сборных систем из разнотипных элементов.....	372
Выводы по главе.....	382
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....</b>	<b>391</b>
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....</b>	<b>392</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ</b>	
А. Инновационный словарь понятий и терминов.....	406
Б. Используемая отечественная и зарубежная патентная информация.....	417
В. Используемые публикации автора.....	418
Г. Используемые изобретения автора.....	422
<b>АННОТАЦИЯ .....</b>	<b>426</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>437</b>



*Только тогда можно понять сущность вещей,  
когда знаешь их происхождение и развитие.*

*АРИСТОТЕЛЬ*

## **ВВЕДЕНИЕ**

Произошедшие в стране на рубеже XX и XXI столетий социально-экономические преобразования коренным образом изменили строительную отрасль – материально-техническую базу, объемы и качество строительства жилых, общественных и других зданий. Изменились техническая политика и направления индустриализированного строительства, оставив прежние теоретические основы типового проектирования без адекватного научного обновления.

На всех стадиях развития индустриализированного строительства и во всех его областях имела место научно-техническая проблема, соответствующая народно-хозяйственной – снижение номенклатуры строительных конструкций при увеличении разнообразия зданий и сооружений. В решении этой двуединой проблемы определяющее значение имела техническая политика, сориентировавшая строительство на полносборное направление и соответствующее ей развитие основ проектирования.

Разрабатывалось огромное количество типовых проектов, которые реализовывались с применением множества каталогов строительных конструкций и деталей. Для массовых зданий и сооружений с одинаковым конструктивно-функциональным назначением их структурных частей были разработаны каталоги изделий общего применения. В последнее десятилетие существования СССР разрабатывались уже единые каталоги для определенных типов зданий и сооружений: жилых, общественных, промышленных, сельскохозяйственных, позволявшие использовать стандартные изделия ограниченной номенклатуры соответственно их отраслевой типологии. Однако количество марок изделий по отрасли в целом (для всех типов зданий и сооружений) оставалось большим, а разнообразие зданий и сооружений, особенно жилых домов – недостаточным.

Постоянное сокращение количества типовых проектов и номенклатуры изделий при радикальном архитектурном упрощении, увеличивая массовость строительства и снижая его стоимость, входило в противоречие с возрастанием однообразия жилых и общественных зданий и монотонности застройки.

Решению проблемы могло способствовать развитие монолитного направления строительства как противоположное высоко индустриальному в то время сборному. Однако оно не получило широкого при-

менения, в частности, в жилищном строительстве, хотя и этому направлению принципиально была бы свойственна та же проблема многономенклатурности, но в отношении опалубочных форм и, соответственно, однообразия (хотя и иного) зданий. Мелкоштучное направление перестало расцениваться как индустриальное, что было издержкой принятой политики и типового проектирования.

Уже к 90-м годам сформировалась необходимость реформировать научные положения архитектурного проектирования в отношении полносборного строительства, начавшегося в качестве массового со второй половины 50-х годов.

Имелась ли возможность эффективнее решать проблему «однообразия и многономенклатурности», исчерпаны ли возможности сборного направления, целесообразно ли в дальнейшем использование сборных конструкций, исчезло ли вместе со сборным направлением и типовое проектирование? Ответы на такие вопросы зависят от многого – состояния и перспективы экономики, социальной и технической политики в различных областях строительства, демографической перспективы и т.д.

Получение ответов на отмеченные вопросы – не является здесь основной задачей. Можно предположить, что использование достигнутого в конце прошлого века научно-технического потенциала в полносборном строительстве при дальнейшем развитии теоретических основ может стать альтернативой при новых, благоприятных для этого обстоятельствах в соответствующих областях строительства. И, если не полносборное, то строительство с использованием сборных конструкций может быть целесообразным. Например, для возведения социального жилья (т.е. доступного для большинства населения – массового, дешевого, быстрого и достаточно долговечного) при исчерпании долговечности полносборных «пятиэтажек».

Ретроспективное исследование типового архитектурно-строительного проектирования, занявшего значительный исторический период развития страны, принципиально не только (или не столько) для его возможной реанимации. Оно имеет собственно научный, познавательный (гносеологический) интерес, удовлетворение которого может быть полезным для других направлений строительства – монолитного и мелкоштучного, использующих сборные изделия в виде опалубки или формирующего оборудования.

Наконец, если посмотреть на проблему шире в аспекте объектов техники как индустриализированных сборных систем вообще, то методология проектирования зданий и сооружений, в частности, может быть целесообразной в ряде аспектов для других отраслей промышленного производства.

Предметом исследования, изложенного в данном издании, являются основы типового архитектурно-строительного проектирования,

преимущественно, сборных зданий и сооружений. Научный аспект – методологическая экспликация (т.е. замещение общепринятых, но неточных и устаревших научных понятий новыми) нормативно-стандартных основ и разработка инновационных положений, соответствующих реальной практике и возможной перспективе данного направления индустриализированного производства.

Экспликационная методология проектирования, рассматривает здания и сооружения в системном подходе как индустриализированные строительные системы (ИСС). Данный подход должен обеспечить выявление причин, затруднявших решение проблемы однообразия зданий, сооружений и образования многономенклатурности сборных изделий, через решение соответствующей проблемы обеспечения разнообразия ИСС при возможно большем однообразии (для повышения серийности производства) элементов. Дальнейшее решение проблемы имеет, кроме того, целью создание предпосылок для повышения эффективности как массового, так и «индивидуального» производства ИСС различных в типологическом отношении как по отраслевым (гражданских, производственных и др.), так и по архитектурно-конструктивно-технологическим (АКТ-) признакам (сборных, монолитных, мелкоштучных и др.).

Исследование основ проектирования прошлого века представляется необходимым для развития настоящих и перспективных направлений производства ИСС. Теоретические основы прошедшего этапа в условиях администрирования, исчерпав положительные тенденции, не способствовали дальнейшему решению проблемы «однообразия и многономенклатурности». Это было обусловлено механистическим характером этих основ, заимствованных с начала индустриализации страны из более развитых областей техники (машиностроения и др.), что выразилось в застое понятий о свойстве, методах и принципе взаимозаменяемости сборных изделий. Позднее, «собственная» модульная координация зданий и сооружений как геометрическая, руководство преимущественно отраслевой типологией, односторонняя индустриализация с соответствующим пониманием типизации и унификации также исчерпали положительные тенденции. В целом, это – результат отсутствия методологии, основанной на системном подходе.

Обновляющиеся сейчас нормативно-стандартные основы проектирования не оказывают регламентирующего влияния на проектирование, например, «именных» жилых домов повышенной этажности, поскольку их «обходят» другими направлениями индустриализированного строительства. Не «мешают» они и проектированию производственных (промышленных, сельскохозяйственных и др.) зданий, сооружений, поскольку такое строительство практически не ведется. Малоэтажные общественные здания (в основном, торговые комплексы в виде моноблоков) возводятся с применением стальных каркасов, что

согласно прежним строительным нормам и правилам не допускалось. Заметим, что применяемые сейчас другие конструктивные решения свидетельствует не об «исчезновении» типового проектирования, а о переходе его в новый этап (уровень, стадию) развития с «индивидуализацией» фасадов зданий, имеющих принципиально однотипные АКТ-схемы (преимущественно, безригельные каркасы) другого класса ИСС (в основном, монолитного в комбинации с мелкоштучными стенами).

Проблема однообразия зданий и сооружений при многономенклатурности сборных изделий в научном аспекте никогда не снималась и является актуальной при любых направлениях индустриализированного производства в строительстве. В условиях кризисного состояния сборной индустрии дальнейшее решение проблемы имеет дополнительный аспект. При ориентации исключительно на монолитное производство жилых домов созревают «перегибы» иного характера (увеличение сроков строительства, недоступная для большинства населения стоимость и др.).

Дальнейшее решение проблемы по увеличению разнообразия (объемно-планировочного, конструктивно-функционального, материально-производственного и др.) Сборных и других ИСС при уменьшении номенклатуры элементов (преимущественно сборных) является целью данного издания. В исследовании использованы аксиомо-дедуктивный и дедуктивно-гипотетический методы, методологическая экспликация, системный подход, теоретическое моделирование, формальная и диалектическая логика, логическая семантика, анализ и синтез, систематизация, обобщение, редукция (упрощение, сведение к понимаемому), сравнение, формализация и т.п. Применены концепция элементаризма в диалектическом методе, верификация (проверка истинности, установление достоверности опытным путем) и экзemplификация (объяснение на примерах с иллюстративным материалом) положений разработанной методологии.

Методология ИСС объединяет архитектурную, инженерную и технологическую составляющие одной сферы деятельности общими основами получения одно- и разнообразия зданий, сооружений из одно- и разнообразных элементов промышленного производства. На этой основе решаются частные научно-технические проблемы (АКТ-задачи) типового и нетипового проектирования по многообразию ИСС при сокращении номенклатуры сборных конструкций. Приведен логико-семантический переход от взаимозаменяемых элементов полносборных ИСС к другим заменяемым вообще элементам иных ИСС – мелкоштучных, монолитных, комбинированных и других (насыпных, плечных и т.п.).

# **1. СТАНОВЛЕНИЕ МЕТОДОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ КАК ИНДУСТРИАЛИЗИРОВАННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ**

---

## **1.1. Взаимосвязь проектирования и индустриализированного строительства**

В историко-логическом анализе строительной науки [89, с.136], а также в исследованиях по типизации и стандартизации массового строительства [106, с.5; 3 и др.] типовое проектирование связано с индустриализацией народного хозяйства послереволюционного (1917 г.) периода [117].

В основах архитектурного типового проектирования индустриализация строительства определяется как степень заводской готовности строительных конструкций и деталей, расширение практики полного заводского домостроения [например, 129, с.3]. Тем не менее, такое положение стало общепринятым с начала индустриализации в строительстве и в своих признаках близко к нормативному определению [191], которое дополнительно включает прогрессивные комплексно-механизированные процессы возведения зданий и сооружений применительно к транспортируемым с заводов сборным конструкциям.

В данном аспекте Монфредом Ю.Б. проведен ретроспективный обзор с древнейших времен использования в строительстве естественного камня с его различными свойствами применительно к разным целям. Отмечается переход от него к искусственным каменным материалам, в том числе, к кирпичу, дана характеристика их работы, указана область применения. Были отмечены появление твердеющих материалов и возникновение на основе твердеющих смесей новых строительных изделий, разработка (по мере совершенствования технологии) разнообразных бетонных конструкций промышленного производства, а также их использование в массовом строительстве. Отражены, якобы, неудачные попытки индустриализации строительства с применением кирпича, что дало основание отнести кирпич к неиндустриальным материалам [129, сс.3—15].

Такой вывод представлялся в дальнейшем общепринятым и согласовывался с нормативным определением индустриализации, которое характеризовало лишь сборное его направление и поэтому являлось односторонним. Отметим также недооценку кирпичного метода (как мелкоштучного направления индустриализированного производства) и переоценку полной заводской готовности в сборном строительстве при дальнейшей индустриализации отрасли.

Приведенные положения можно дополнить характеристикой строительных конструкций, зданий и сооружений и их типовых проектов, предназначенных для строительства в сельской местности [206] для индивидуальной застройки [263, сс.136—210], а также в сельскохозяйственном строительстве [255, сс.127—163]. Наряду со сборными здесь отмечено применение конструкций, выполняемых из различных «местных» материалов: котельного шлака, грунтов, цельной и пиленой древесины, сырцового кирпича, кирпично-саманных блоков, засыпок сыпучими материалами и др. Отражен подобный опыт строительства за рубежом [264, сс.45—53].

Приведенный Хазиным В.И. [254, 255, 256], Согомонян Н.М. [206], Хохловой Л.П. [261, 262] опыт строительства показывает, что строительные материалы, методы производства изделий и возведения зданий, применявшиеся в древности, сохранились, в общем, до настоящего времени как традиционные. Они применяются в большом диапазоне уровня развития индустриализации – от кустарных методов до массового серийного производства стройиндустрией.

Обобщая исторические сведения о совершенствовании строительных конструкций, зданий и сооружений, отметим увеличение их разнообразия в самых различных отношениях. Однако по своим существенным признакам известное (и возможное в будущем) многообразие сводится принципиально к двум классам изделий – штучным (в частности, сборным) и нештучным (в частности, монолитным). Классы строительных изделий по своему естественному происхождению принципиально сходятся в единстве комбинаций природных материалов различного агрегатного состояния. Для возможных архитектурно-конструктивно-технологических (АКТ-) решений индустриализированных строительных систем (ИСС) существенна классификация изделий преимущественно по признаку *штучности–нестучности*.

Важным в систематизации материально-вещественных признаков является, кроме того, целесообразность рассмотрения строительных материалов, взятых готовыми в природных условиях как естественных «изделий». Это – результат первичной организационно-техно-

логической, производственной деятельности человека. Данное положение может быть учтено в методологии проектирования в качестве логического основания в типологии ИСС разного уровня развития их промышленного производства, начиная с кустарного. Такое основание должно предшествовать прочим в порядке соподчинения признаков деления до уровня совпадения их с современной неотраслевой классификацией, т.е. по АКТ-признакам.

В приведенных выше и в других изданиях [39, с.15; 76; 104, с.5; 142, с.69; 179, с.137; 184, с.68 и др.] очевидна односторонность определения индустриализации, которое характеризуется признаками предварительного заводского изготовления конструкций, их транспортировки и превращения строительства в монтажную площадку.

Аналогичные обзоры и систематизации относятся к различным областям строительного дела – архитектурной, инженерной и технологической. Например, систематизация производственных зданий по признаку объемно-планировочной компоновки [217, с.86], применительно к научно-технологическому прогрессу (НТП) по признаку конструктивных решений [217, с.176], мобильных зданий и сооружений по функционально-технологическому назначению и конструктивному выполнению [136].

Систематизация необходима в нормативно-справочной литературе, обязательной для руководства в проектном деле, т.к. она ориентирует и обеспечивает деятельность проектировщика. Так, в наиболее высокий уровень деления зданий и сооружений на жилые [196], общественные [197], производственные [198], административные и бытовые здания [200], сооружения промышленных предприятий [199] и другие заложен в логические основания главный признак их отраслевого назначения.

Принятая классификация, отвечая потребностям типового проектирования «внутри» определенного типа зданий и сооружений, не ориентирует на общие проблемы, находящиеся «между» их типами. Проектирования зданий и сооружений как ИСС в целом, т.е. «над» их классами, она также не отражает. Такая классификация, являющаяся нормативной, не содержит гносеологического стимулирования для решения научно-технической проблемы по повышению многообразия в сборном строительстве при снижении номенклатуры изделий.

В основах архитектурного проектирования важное методологическое значение имеет также типология. Для установления наиболее общих положений в типологии, отражающей современный уровень индустриализированного строительства, необходим анализ более ран-

них этапов типизации и унификации [89, 106, 117].

В научной литературе упоминаются «образцовые» проекты деревянных и каменных мостов, выполненные около 300 лет назад [223, с.5]. Стрелецкий Н.С. и Захаров В.В. отмечали отсутствие между проектами взаимосвязи в системе параметров сооружений, что определило их «индивидуальный» характер и, как следствие этого, перепроизводство таких проектов. Такое состояние типовых (образцовых) проектов сооружений было характерным и в более позднее время.

К данному периоду относит унификацию народного жилища и «образцовых домов» Хазанов Д.Б., выделяя как первую задачу их проектирования отбор лучших по качеству и экономичности типов зданий [246]. Вторая задача – доведение количества типоразмеров строительных изделий до необходимого минимума – относится к современному типовому проектированию. Типизация при этом представляется как ступень унификации, что не согласовывалось с принятой тогда систематизацией методов стандартизации [58, с.32; 148, сс.500, 521], и является ошибочным положением. Тем не менее, позже такое соподчинение стало энциклопедическим [149, сс.534, 556] и было принято в научно-технической литературе [например, 260, с.51].

Несмотря на терминологическую неоднозначность, модернизацию прошлой постановки задач типового проектирования и их актуализацию в «доиндустриальный» период, необходимо отметить, что истоки современной проблемы «однообразия и многономенклатурности» сборного строительства берут начало в этот период зарождения индустриализированного производства в строительстве, который влиял на отход его от кустарного уровня.

Первым инструктивно-нормативным руководством по строительству и архитектуре в России был рукописный трактат-кодекс «Должность архитектурной экспедиции». Трактат разработан ведущими русскими учеными и архитекторами в 1737—1740 гг. В нем использованы классические научные труды и критически обобщен строительный опыт времен Петра I. Трактат содержит теоретические и практические сведения, устанавливает нормы в области архитектуры, строительства и производства строительных материалов [58, с.43].

При наличии признаков типизации в проектировании, определяющей индустриализацию строительства до начала первой научно-технической революции (НТР), необходимо найти соответствующее проявление этой индустриализации. Таким проявлением были изменения в организации строительного производства, связанные с возросшим объемом возведения однотипных зданий (особняков в растущих



городах, усадеб в сельской местности). Это – подряды, выполняемые бригадами для заказчика, которые характеризуют начало отхода от кустарного производства. Следовательно, приоритет в начале индустриализованного строительства принадлежит организации строительного производства.

Наличие начальных признаков типизации как качественно-содержательной стороны однотипных объектов строительства должно предопределять присутствие противоположных ей формо-количественных признаков, т.е. унификации. Последняя, также имеет место и заключается в достаточных тогда для практических целей технических требованиях к природным строительным материалам и изделиям – древесине, камню, извести и др. Это относится и к традиционно сложившимся размерам различных помещений и построек, соответствующим техническим возможностям применяемых строительных материалов и изделий, а также к градостроительным ограничениям – разрывам между зданиями и т.п.

Признаки официальной и неофициальной стандартизации (в том числе ее методов – типизации и унификации) обнаруживаются с начала отхода от действительно кустарного (т.е. собственными силами, с непосредственным использованием природных материалов, без средств механизации и т.п.) производства. Это связано как с объемно-планировочными, функциональными и техническими характеристиками строений, так и с организацией и технологией строительного производства.

Позднее, в развитие основных идей упомянутого трактата, издавались Урочные реестры и положения на различные строительные работы (с 1811 до 1914 гг.). Реестр 1811 г. отражал достижения науки и техники развитых стран и содержал, в частности, руководство по строительным работам и изготовлению строительных материалов: кирпича, извести, гипса, растворов и бетонов с гидравлическими добавками – цементом. В этом реестре были также методы контроля качества изделий, в том числе кирпичной кладки на известковом растворе [58, с.44]. С наступлением НТР наметилось отставание реестров и положений от достижений науки, вызванное начавшейся специализацией и разделением строительства и технологии [58, с.43].

Строительные нормы и правила (СНиП), начавшие издаваться с 1954 г. и переиздававшиеся затем регулярно, представляются продолжением существовавшего ранее нормативного свода в строительстве [58, с.44]. Они в отношении теоретических основ проектирования в сборном строительстве также отставали от прогрессивной практики по

решению проблемы «однообразия и многономенклатурности».

Исторически ведущая в доиндустриальный период и на раннем этапе индустриализации роль зодчего, совмещавшая архитектурную, инженерную и технологическую составляющие строительной науки и практики, в дальнейшем сохраняется лишь номинально. Процессу специализации дополнительно способствовали приоритетные исследования в инженерных дисциплинах, определившие последующие достижения НТП в дореволюционный период России и в годы первых пятилеток СССР [89, сс.53—85].

При размежевании единой строительной науки на три составляющих специальности традиционная роль архитектора в развитии типового проектирования выражалась через соответствующие нормативные документы (СНиП и др.). Однако без инженерной и технологической составляющих решение проблемы «однообразия и многономенклатурности» имело преимущественно эмпирический характер.

Объективная необходимость интеграции специализаций в типовом проектировании была отражена Стрелецким Н.С. [222, предисловие Беленя Е.И.], который свои ранние статический и расчетно-технические принципы проектирования строительных конструкций впоследствии заменил одним конструктивно-технологическим принципом. В этом принципе был увеличен круг вопросов проектирования, который включал уже не только конструирование (повторяемость типоразмеров, взаимозаменяемость элементов и др.), но и изготовление (сокращение числа переналадок оборудования и проч.), а также монтаж и эксплуатацию [223].

Организационная, производственная связь с архитектурным проектированием была присуща также работам Розанова П.Н. [110].

В работах Монфреда Ю.Б. по технологии строительного производства характерна взаимосвязь методов домостроения с архитектурно-конструктивными решениями массовых зданий. Последние, имевшие различные строительные системы, увеличивающие их конструктивное разнообразие, усложняли решение проблемы снижения номенклатуры изделий [129]. Были систематизированы и охарактеризованы распространенные способы изготовления крупноразмерных элементов – стендовый, агрегатный, поточный, конвейерный. Особое внимание уделено методу подвижных щитов [30, сс.126—183], обеспечивающему в кассетно-конвейерных линиях «гибкую» технологию выпуска широкой номенклатуры сборных строительных изделий.

Монфред Ю.Б. и Граник Ю.Г. проанализировали опыт заводского домостроения из объемных блоков. Систематизировали конструк-

тивные схемы объемных блоков (несущие и самонесущие), технологические методы их заводского изготовления (из вибропрокатных панелей, кассетным способом формования, инъектированием, в подвижных опалубках поярусного бетонирования, методом подвижных щитов), конструктивно-технологические решения объемных блоков (типа «коллак», «стакан» и др.). Провели сравнение с аналогичным производством объемных блоков за рубежом [131, сс.19—49].

Монфредом Ю.Б. и Прыкиным Б.В. отражены научные основы организации, планирования и управления предприятиями стройиндустрии. Было отмечено, что для современной индустриализации характерны специализация, концентрация, комбинирование и кооперирование предприятий в единой системе техники, технологии, организации, экономики и управления [132, с.6]. Поточная форма организации производства представлена как основная в серийном выпуске изделий. Выпускаемая продукция разделена на массовую, крупно-, мелкосерийную и единичную в серийных партиях. Последняя при существующих методах производства считалась затруднительной для предприятий.

Принципы эффективного планирования строительного производства – концентрация, специализация и комбинирование – отмечены также Теличкиным Ф.Н. [228].

В прогрессивных направлениях домостроительного производства Крюков Р.В. выделяет «гибкую» технологию, в которой совместная работа архитекторов, инженеров и технологов является основой создания домостроительных систем [114, с.16]. Однако здесь под единством архитекторов, инженеров и технологов понимается их деятельность, а не методология проектирования ИСС.

В проектировании панельных зданий стали выделять дополнительную рубрикацию архитектурно-конструктивно-технологических систем (АКТС), комплексно характеризующих возможные конструктивные схемы и методы технологии формования сборных изделий в архитектурно-планировочном и композиционном отношениях [16, с.65]. Это было вызвано развитой типологией методов промышленного производства, тесно взаимосвязанной с типологией сборных зданий, но относилось лишь к крупнопанельным домам, т.е. к крупнопанельным АКТС.

Однако «гибкие» технологии, в основу которых заложены перенастраиваемые или универсальные металлоформы [75, 162], практически остановились на достигнутом уровне в решении проблемы «однообразия и многономенклатурности». «Гибкими» технологиями обеспечивается изменение геометрических параметров преимущественно в

двух измерениях с заданной градацией модульных размеров соответственно системе предельных параметров (СПП) технологического оборудования [114, с.33]. Эффективность таких методов тем выше, чем больше «предельная унификация» [243] параметров зданий и их элементов.

Установка на укрупнение унифицированных модульных размеров сборных конструкций, была средством ограничения разнообразия зданий различного назначения.

Взаимосвязь специализаций в решении проблемы осуществляется преимущественно на организационных началах [192] в виде согласования принимаемых проектных решений. При этом определяющими стали положения Модульной координации размеров в строительстве (МКРС), введенные вместо ранее действовавшей (до 1971 г.) Единой модульной системы (ЕМС).

Очевидно, что прогресс сборного строительства определялся уровнем развития техники и технологии заводского домостроения. При этом необходимо отметить отсутствие в отечественной технологии методов, обеспечивающей массовое производство сборных изделий с *дробной* (а не укрупненной) градацией типоразмеров без снижения эффективности работы предприятий. Это было обусловлено технической политикой, направленной на использование *укрупненных* модульных размеров при обязательном применении в проектах ЕМС, а затем МКРС. Данное положение – существенная особенность развития типового проектирования и, соответственно, массового индустриализованного строительства.

Рубрикация крупнопанельных жилых зданий как архитектурно-конструктивно-технологической системы (АКТС) отражает реальную интеграцию трех специальностей одного профессионального направления. Однако данная АКТС – частное (хотя и массовое) направление советского периода типового проектирования. Она базировалась не столько на методологических началах, сколько на организационно-управленческих, но с определяющим влиянием технологии полносборного производства.

В 90-х годах Горбатовским А.Ф., Муляром Л.Х., Коляковым М.И., Шагиным А.Л. и другими была разработана АКТС из мелкогабаритных элементов для определенной группы потребителей (при реконструкции зданий, создании фермерских хозяйств, развитии мелких производств и т.п.) [57]. Это направление интеграции специальностей вызвано кризисным положением в стране (с 1991 г.) заводов крупнопанельного домостроения (КПД) и других предприятий стройиндустрии.

Несмотря на конъюнктурность, мелкоразмерную АКТС необходимо расценивать как еще одну составляющую в решении проблемы «однообразия и многономенклатурности» ИСС наряду с крупнопанельными АКТС, однако не в методологической, а в типологической взаимосвязи. Мелкоразмерная АКТС не могла быть в советский период типового проектирования (особенно в последние годы) из-за принятой установки на полносборность зданий, сооружений и укрупнение габаритов и массы сборных конструкций.

Мелкоразмерная и крупнопанельная АКТС методологически представляются противопоставленными друг другу соответственно различным социально-экономическим условиям. Принципиально же в АКТ-отношении эти две системы дополняют друг друга и являются элементами разрабатываемой в данном издании типологии как составной части методологии проектирования ИСС.

Историко-логический анализ показывает, что каждое существенное направление в строительстве находит свою область рационального применения. Мелкоразмерная АКТС – решение, ориентированное на начальный этап рыночной экономики, а крупнопанельная АКТС может рассматриваться как решение «исчезнувшего» в этот кризисный период для типового проектирования. И первое, и второе – крайности относительно высокого уровня индустриализированного строительства, достигнутого к концу 90-х годов. Крупнопанельная и мелкоштучная АКТС являются проявлениями *единой методологии* дальнейшего развития типового проектирования в целесообразных объемах, определяемых конкретными условиями с региональными возможностями материально-технической базы стройиндустрии.

Сделанный выше вывод об определяющей роли в методологии проектирования ИСС организации и технологии строительного производства не противоречит ведущей роли архитектурной науки в решении проблемы «однообразия и многономенклатурности» методами типового проектирования. Увеличение разнообразия сборных зданий и сооружений осуществлялось различными разрабатываемыми методами, соответствующими отраслевой типологии, т.е. признаку функционально-технологического назначения соответственно подотраслям – гражданского (жилых и общественных зданий, сооружений), промышленного, сельскохозяйственного строительства и др. Эти методы обладают определенной архитектурной «самостоятельностью», обеспечиваемой, однако, и технологами, и инженерами.

В типовом архитектурном проектировании советского периода выделяется начальный его этап, сходящийся по методологии с дорево-

люционным периодом «индивидуальных» типовых проектов отдельных зданий и сооружений определенного назначения [19, с.65].

Качественно новый этап – серийное проектирование жилых домов Плессеина Б.Д. и Смирнова Н.Н. (1944 г.). Серийные типовые проекты заменили «индивидуальные» типовые проекты, не обеспечивавшие единых архитектурно-градостроительных задач. При этом они включали уже оформившееся (с 1925 г.) Проектирование секций как архитектурно-композиционного элемента зданий [146]. Метод серийного проектирования распространился на строительство общественных [19, 66], промышленных, сельскохозяйственных и других зданий и стал одним из важнейших принципов типового проектирования [21, с.18; 123, с.18]. Секционный метод получает такое же развитие и распространение [45; 216, сс.101—115].

Охват типовым проектированием как формой единой технической политики в строительстве привел к огромному количеству проектов во всех его подотраслях, что потребовало дальнейшего совершенствования методов типизации и унификации.

Сокращение количества типовых проектов осуществлялось различными путями, в числе которых были: кооперирование учреждений, предприятий и блокирование жилых зданий [216, с.69], блокирование последних с культурно-бытовыми и другими общественными зданиями [19, с.65], а также массовых видов гражданских зданий между собой, промышленных [185, с.36; 216, с.203] и сельскохозяйственных зданий, сооружений [169; 233; 262, с.204; 265, с.20—48], зданий и сооружений агро-промышленного комплекса (АПК) [111; 133, с.110; 254, с.17].

Первые шаги типового проектирования в начальный период индустриализации строительства характеризуются как «закрытая» система – один из (двух) принципов, когда детали изготавливают для каждого из отдельных объектов типизации, т.е. по принципу «от проекта – к детали» [19, с.65]. В связи с необходимостью массового строительства типизация (равно как и унификация) в проектировании являлась методом преднамеренной ликвидации многообразия, что было отражено в самом определении типизации.

С дальнейшим массовым строительством зданий из конструкций заводского изготовления такое определение типизации противоречило требованиям архитектуры и градостроительства, особенно в отношении жилых и общественных зданий, не терпящих однообразия. Поэтому позднее типизация стала методом проектирования, обеспечивающим обоснованное сведение разнообразия отобранных типов конструкций, зданий и сооружений к небольшому их числу [19, с.61].

Отсюда исходит начало решения существеннейшей проблемы типового серийного проектирования зданий и их комплексов. Это – поиск путей повышения архитектурно-художественных качеств (через увеличение разнообразия зданий и сооружений) в условиях послевоенного этапа индустриализованного строительства, которые удовлетворяли бы эстетические запросы и отвечали бы экономике заводского производства (через уменьшение номенклатуры изделий).

В решении проблемы важнейшее место принадлежит разработке другого принципа типового проектирования – «от деталей – к проекту», что соответствует «открытой» системе, когда конструкции заводского производства используются для зданий и сооружений различного назначения [19, с.65].

Поскольку типологически здания и сооружения многообразны, то возникают разные этапы (по последовательности), стадии (совершенствования) или уровни (развития) типового архитектурного проектирования, которые в историко-логическом аспекте представляются взаимосвязанными между собой. С учетом типологии зданий и сооружений можно привести следующие характерные этапы (стадии, уровни) типового проектирования:

- «закрытые» – индивидуальное или объектное, внутриплощадочное, видовое, типовое, отраслевое [169; 208, с.148; 256];
- «открытые» – межплощадочное (межколхозное, общепереломское), межвидовое, межтиповое, межотраслевое, а также сквозное, многоуровневое, межсерийное [52, с.11; 55; 106, с.10; 111; 208, с.148; 223].

Этапы развития типового проектирования сопровождаются стандартизацией и совершенствованием ее принципов, а также методов, применяемых в строительстве – типизации и унификации. Перечисленным этапам присущи различные по составу и назначению каталоги с соответствующей номенклатурой сборных изделий. Были каталоги для «индивидуальных» типовых проектов, внутриплощадочные, видовые и межвидовые, «внутри типовые» и межтиповые, отраслевые (ведомственные) и межотраслевые, а также зональные (областные, территориальные, республиканские), серийные или комплексные, всесоюзные (общего применения) и единые (для отдельных крупнейших городов в гражданском строительстве) [66; 95; 113; 135; 140, с.16; 171; 208, с.148; 235; 236; 240].

Существенным признаком качественного перехода от «закрытой» системы к «открытой» является разработка каталогов сборных изделий, используемых для различных зданий по назначению. Это

ознаменовало собой новое направление типового проектирования методом домов каталогов.

В развитии методов серийного проектирования и каталогов происходит интеграция, в результате которой появляются комплексные серии для гражданских зданий. Например, серии 17 и 139 позволяли возводить жилые дома в 1—4 этажа, школы, детские сады-ясли, торговые центры и административные здания в ряде климатических районов с различной объемно-планировочной композицией (секционные, мансардные с блок-квартирами, блокированные с квартирами в двух уровнях и др.) [206, сс.5—10].

Сложная система каталогов и номенклатуры сборных изделий отражает еще не сложившуюся окончательно систему типового проектирования в обеспечении требуемого разнообразия зданий различного назначения при минимально возможной номенклатуре в различных условиях строительства. Она представляет как бы пирамиду, в основании которой — множество каталогов, обеспечивающих разными методами реальное многообразие, в том числе на местах, а на вершине — наиболее совершенный метод Единых каталогов для жилищно-гражданского строительства в отдельных столичных городах — Москве, Ленинграде, Киеве (практически осуществлен в Москве). Их «связывает» множество методов архитектурного проектирования, обеспечивающих реальное, весьма недостаточное разнообразие зданий и сооружений различного назначения.

Маклакова Т.Г., систематизируя методы типового проектирования, отмечает, в частности, проектирование блок-секциями, т.е. структурно-функциональными фрагментами зданий с их блокированием и образованием, тем самым, зданий сложной конфигурации в плане и большей протяженности [123, с.18].

Блок-секционный метод Матусевича Н., Говбина А. и других, содержит эталоны блок-секций с их полной архитектурно-планировочной и инженерной завершенностью. Серия блок-секций обеспечивает комплектами индустриальных изделий и формируется из суммы условных планировочных элементов — «полусекций» и «ядер», имеющих ограниченное количество типов. Этим методом достигается некоторое множество вариантных сочетаний жилых домов [10]. Возможно блокирование более мелких фрагментов — блок-квартир, полусекций, их различных фрагментов, что применялось также в зарубежном домостроении [29—32].



Аналогично в проектировании производственных зданий типизируются характерные для них фрагменты – унифицированные типовые секции (УТС), унифицированные типовые пролеты (УТП), унифицированные габаритные схемы (УГС), температурно-деформационные блоки [140, сс.83–88; 217, с.86; 265, с.19]. Возможно также блокирование пространственных блок-каркасов [21].

Хохлова Л.П. дополняет приведенный перечень конструктивно-планировочными ячейками (КП-ячейками), функциональными блоками и блок-модулями, что позволяет получать серии домов на основе типовых схем, в частности, домов усадебного типа [262, с.55]. Приведен также ряд других применяемых методов архитектурно-композиционного проектирования типовых зданий:

- линейной модульной интеграции для жилых домов, заключающийся в сложении одного или нескольких укрупненных КП-модулей параллельно несущим стенам [262, с.56];
- объемно-блочный с наращиванием блоков до требуемой длины дома высотой в 1—2 этажа [262, с.56];
- «адресного» проектирования, когда типизируются функционально самостоятельные объемно-планировочные элементы (ОПЭ) на высоту одного этажа и конструктивные варианты габаритов (КВГ), которые используются по кодированной программе согласно авторскому эскизу из эталона типовой комплексной серии [262, сс.57, 60];
- проектирования универсальных зданий, когда в одних и тех же габаритах одного здания размещаются разные учреждения [262, с.58]; этот метод часто совмещается с трансформацией ограждающих конструкций и оборудования [42, с.8];
- структурно-блочный, предусматривающий типизацию блоков зданий с использованием блок-модулей [262, с.59];
- здания на основе типовых секций и конструктивных элементов, из которых создаются разнообразные здания и объемно-планировочные решения застройки [15, с.25]; для обеспечения разнообразия по этому методу необходимы разные серии секционных зданий, что актуализирует проблему «однообразия и многономенклатурности» из-за быстрой сменяемости продукции домостроительными заводами;
- вариантного проектирования Полянского А.Т. [151—156], согласно которому используют каталог унифицированных строительных деталей, базирующийся на ЕМС, и унифицированные ОПЭ, рассчитанные по функциональным нормам [19, с.68]. Этот метод впервые применен при строительстве курортно-санаторного комплекса в Кры-

му, впоследствии распространился на другие отрасли строительства, оказав влияние на развитие метода каталогов.

Систематизация Хохловой Л.П. может быть расширена дополнительным рядом методов архитектурно-композиционного проектиро-

вания типовых зданий:

- объемно-планировочных фрагментов (ОПФ) для торгово-бытовых зданий, которые предусматривают их вариантное использование. ОПФ образуются по принципу расчленения предприятия на отдельные функционально-технологические циклы с учетом размещения оборудования и унификации конструктивной схемы [19, с.71] или на основе унифицированных блоков-зданий (УБЗ) по Ежову В.И. [80];

- модульно-секционный Прилепского В.П., содержащий модули, состоящие из различного сочетания блокированных планировочных схем ячеек для предприятий различной мощности. В структуре агро-индустриальных комплексов (АИК) наряду с предприятиями разной ступени содержатся мобильные (сезонные сборно-разборные) средства обслуживания [133, с.107]; используются павильонная, батерейная и другие типы застройки. Так модульно-секционный метод выходит на градостроительный уровень;

- автономно-модульный и инфрамодульный принципы проектирования предприятий при формировании их структуры, описанные Гохарь-Хармандаряном И.Г. по опыту зарубежного строительства предприятий электронной промышленности [62—64].

Решение ряда проблем типового проектирования промышленных зданий описаны Кимом Н.Н. и другими по: унификации и типизации габаритных схем одно- и многоэтажных зданий с учетом специфики и разнообразия технологических процессов, условий производства; кооперированию, блокированию и укрупнению зданий различных отраслей промышленности [99]; архитектурно-художественной выразительности в условиях индустриализации [100]; межотраслевой унификации и типизации; использованию секционного метода на предприятиях легкой и пищевой промышленности [98]; созданию более «гибких» и разнообразных форм промышленных зданий из УТС и УСП [18, 33, 55, 71, 75].

Ким Н.Н. и Маклакова Т.Г. отмечают значительный к концу 80-х годов прогресс во всех направлениях проектирования – многоэтажных жилых зданий (новые объемно-планировочные решения, дома-комплексы с коллективным обслуживанием, специализированные дома и др.), общественных зданий (специализированные и универсальные, с

первыми нетиповыми этажами и др.), промышленных зданий (с секционным принципом блокирования, с межвидовой унификацией) [101].

Последовательность этапов развития типового проектирования и соответствующих этапов индустриализации характеризует в логическом анализе короткие, но определенные по характерным признакам исторические периоды. Последний период (перед 1991 г.) может характеризоваться кумулятивным множеством предыдущих этапов и, в результате, высшим достигнутым уровнем развития типового проектирования – Единых каталогов.

Наиболее характерной чертой пройденных периодов индустриализованного строительства является тенденция к максимально возможному укрупнению сборных изделий, структурных частей, зданий и сооружений, их в целом и комплексов из них.

Индустриализация, начавшаяся, например, в жилищном строительстве с кирпичных и деревянных (из пиломатериалов) домов, далее переходит к зданиям из легких и крупных блоков [74, 129], затем – из крупноразмерных панелей и плит [110, 173] с последующим их увеличением по размерам и массе и, наконец, – из объемных блоков [91, 131, 134].

В промышленном строительстве увеличиваются размеры панелей и плит [271, с.82], проводится монтаж с предварительной укрупнительной сборкой элементов, увеличиваются пролеты и шаги одноэтажных зданий нового поколения [40], появляются многоэтажные здания с межферменными этажами [271, с.80]. В гражданском строительстве [22, с.69] совершенствуется метод подъема перекрытий и этажей [272, с.77], усложняются конструкции стен типовых домов [218] и т.д. Имеет место прогресс и в сельскохозяйственном строительстве [234, 254]: используются укрупненные строительные конструкции – железобетонные трехшарнирные рамы [236], крупноразмерные стеновые панели, блочные фундаменты и др.

Неуклонно увеличиваются объемы строительства жилых зданий усовершенствованных конструктивных решений [173, с.3]. То же происходит и в строительстве общественных [19, с.4], промышленных [40; 103, с.3; 112] и сельскохозяйственных [255, сс.17, 22, 111] зданий, сооружений.

Другой характерной чертой индустриализованного строительства является стремление к полной сборности зданий и сооружений. Полносборность капитальных зданий и сооружений как наивысший уровень заводской готовности, тем не менее, представлялась преувеличенной.

Действительно полносборными с окончательной заводской готовностью являлись лишь контейнерные и передвижные типы мобильных зданий. К сборности высокой заводской готовности близок сборно-разборный тип мобильных зданий [34; 133, с.107; 136]. Затем – объемно-блочные дома [91, 131]. Последние дороже крупнопанельных на 6—13% и требуют больших трудозатрат на изготовление в 1,5—2 раза, однако в сравнении с ними на монтаже зданий трудозатраты компенсируются, а расход материалов на них примерно в 1,5 раза ниже [134], обеспечивая более высокие темпы возведения зданий.

Сравнительный анализ индустриальных и традиционных зданий по данным Баранниковой М.В. [24] показывает, что сборность зданий прогрессивных решений составляла (в 60-х годах) в среднем 55—60%, крупнопанельных домов отдельно (серия 1-646) – 70—85%, кирпичных (серия 1-447) – 46%. При удельном весе панельных домов 31,5%, а кирпичных 68,5% средняя сборность по строительству в целом составляла соответственно 22% и 31,5%. По общественным зданиям: каркасные и кирпичные при удельном их весе соответственно 15% и 85% имели сборность 78,4% и 45%, а в целом по строительству – 11,5% и 38,5%; всего – 50%. По промышленному строительству: сборные и кирпичные – 46,1% и 16%; всего – 62,1%. По сельскому строительству (жилые, общественные и производственные здания) в целом – 53,5%; конкретно в сельскохозяйственном – 39,8%. В общем объеме капитальных вложений в строительство средний показатель внутриотраслевой сборности составлял 28,5%, а межотраслевой – 21%.

Такие показатели уровня сборности согласовываются с данными для сельскохозяйственных зданий, в частности, для животноводческих комплексов: в 1969 г. он был равен 3—5%, в 1979 г. – 49,5% [56].

С другой стороны, приведенные показатели свидетельствуют о высоких темпах роста сборности зданий и сооружений во всех подотраслях строительства.

Техническая политика, ориентированная на полносборность, оказала определяющее влияние на теоретические основы архитектурного проектирования – в определениях индустриализации строительства, унификации и типизации (относящихся только к сборному направлению), в типологии зданий и сооружений, в понятии сборных конструкций и т.п. Это существенно деформировало основы проектирования зданий и сооружений как ИСС, которые могут быть другими по направлениям индустриализированного производства.

В сборном строительстве на стоимости домов существенно отражаются методы технологии производства изделий.

Технико-экономический анализ промышленных домов Ионаса Б. и Варежкина В. [93] показывает, что 1 м<sup>2</sup> крупноблочных домов дешевле кирпичных на 7,2%, крупнопанельных – на 13,1% и 22,2% (соответственно при прокатном и кассетном производстве). С учетом того, что полносборные дома имеют большие эксплуатационные затраты (содержание швов и др.) такие показатели представляются целесообразными при ориентации на одноразовые затраты с ускоренными темпами их возведения.

Примерно такое же соотношение имеет место по трудозатратам [93, 187]. Существенно завышенными оказались представления и о сроках строительства. Так, фактическая продолжительность возведения полносборных домов на 100 кв. м, например, в Москве почти в 2 раза превышала нормативный срок, в Ленинграде – в 2,6 раза, а в Киеве – в 3,8.

В методике анализа не оговорен предел долговечности сравниваемых зданий. Если считать, что долговечность кирпичных зданий составляет более 100 лет (I степень долговечности), а крупнопанельных предполагалась не более 50 лет (III степень) или примерно в 2 раза меньше, то приведенные показатели полносборных зданий в целом оправдываются необходимостью скорейшего разрешения острых социально-экономических проблем в послевоенный период.

Учитывая другие стороны («проблему швов» и эксплуатационные затраты на их ремонты [286], «проблему стыков» и неопределенность в долговечности [183], увеличенные тепловые потери из-за малой величины нормативного сопротивления теплопередаче ограждений [108, сс.19—23], чрезмерное снижение массы жилых домов и др.), необходимо отметить, что типовое архитектурно-строительное проектирование требовало существенной корректировки.

Разработка множества разнообразных архитектурных и других методов типизации зданий и сооружений увеличивало возможности по решению основной проблемы.

Однако при использовании многих методов архитектурно-композиционного, объемно-планировочного и иного разнообразия зданий, ориентированных на полносборное строительство, в теории архитектурного проектирования отсутствовало знание об основе происхождения различий, что необходимо не только для повышения эффективности в увеличении разнообразия зданий, но и для уменьшения общей номенклатуры сборных изделий по отрасли в целом.

Методы типового архитектурного проектирования (совместно с методами технологии производства) образуют лишь арсенал путей и

средств решения рассматриваемой проблемы. Выход же на истоки этих путей и средств по существу представляется основой не только методологического объединения деятельности архитекторов, инженеров и технологов, но и эффективного управления этим арсеналом.

С развитием типового проектирования параллельно и во взаимосвязи с ним развивалась стандартизация в строительстве. С первых лет после гражданской войны были начаты работы по отбору типовых проектов жилых, коммунальных и культурно-бытовых зданий [117]. Стандартизация вначале охватывала строительные материалы, столярные изделия, отдельные конструкции зданий, которые стали использоваться проектными организациями в типовых проектах. В этот период были заложены организационные и методологические начала стандартизации.

В предвоенный период (до 1941 г.) дополнительно упорядочивается типовое проектирование, развивается индустриализация строительства, повышается его экономичность и др.

В послевоенный период (после 1945 г.) появляются экспериментальные проекты зданий новых строительных систем: крупноблочной [103], крупнопанельной [129, 134, 173], объемно-блочной [91, 130] и другие [22, с.69; 78], которые составят новое содержание индустриализованного производства. Совершенствуется типовое проектирование, создаются СНИПы, которые совместно с гостами образуют нормативную базу единой технической политики в строительстве.

Некоторое время СНИП А.4-62 и стандарт 39-74 СЭВ по ЕМС действуют параллельно [250, с. 5]. Затем этот и смежные с ним разделы нормирования зданий, сооружений (габаритных схем, геометрических параметров, допусков на размеры и т.п.) переходят полностью в область стандартизации [59, 60, 212, 213, 214, 215 и др.].

С повышением уровня индустриализации строительства возрастают требования к качеству серийно выпускаемой продукции [261, 268, 271], усиливается методологическое и организационное влияние стандартизации [58]. Разрабатываются предложения по оценке технического уровня строительных изделий при аттестации [284], введению сортности на железобетонные изделия [28], проектированию на основе комплекса стандартов [45]. Процесс стандартизации и нормализации все более регламентирует свойство «широкой» взаимозаменяемости сборных изделий с учетом экономической эффективности [27, 274].

На этапе ускорения развития производительных возможностей страны требовалась быстрая смена производства одних серий зданий и сооружений другими с соответствующими изменениями номенклату-

ры сборных изделий. Стандартизация становится фактором содействия оптимальной и эффективной предварительной (опережающей) подготовки производства новых видов продукции [36] и рассматривается как высший уровень типизации [247, 261].

Современные этому периоду теоретические положения типового архитектурного проектирования, переведенные в ГОСТы, представляются как бы исчерпанными в своем развитии в постоянной тенденции к укрупнению сборных конструкций, габаритных схем и др. Это подтверждается фактическим отсутствием в последние годы существования СССР научного развития основ проектирования.

Типовое проектирование и индустриализация сопровождаются совершенствованием архитектурных и строительных решений конструкций, зданий и сооружений. Их типология как методологическая часть основ типового проектирования приводится преимущественно в учебных изданиях. Сопоставляя АКТ-решения зданий разных лет [например, 13, 14, 20, 22, 104, 142, 185], можно отметить стабильное во времени применение одних и тех же конструкций индустриального производства. Это обусловлено обоснованным выбором и тщательной их проработкой, что является одним из условий многосерийного производства [106, с.12; 224].

Другие решения со временем «не отживают», а переходят в различные другие области их целесообразного применения. Например, системы кирпичной кладки Попова Н.С. и Орлянкина Н.М., Герарда А.И., Манюкова Г.А., Серка Л.А. и Власова С.А. и др. [13, с.75], обеспечившие в свое время производственно-конструктивное начало индустриализации, совершенствуются далее и находят применение при строительстве усадебных домов, сельскохозяйственных зданий и т.п. То же относится и к традиционным архитектурно-конструктивным и конструктивно-технологическим решениям перекрытий [14, с.53], каркасов [14, с.131], крыш, фундаментов и др. Такие АКТ-решения при совершенствовании типового проектирования и конструирования могут иметь дальнейшее развитие и способствовать решению проблемы «однообразия и многономенклатурности».

С другой стороны появляются АКТ-решения строительных и архитектурных конструкций, зданий и сооружений, в которых очевидно влияние НТП, связанное с развитием инженерно-строительных дисциплин, использованием новых строительных материалов, совершенствованием технологии и организации строительного производства. Научно-техническая литература содержит многочисленные сведения о разнообразии таких конструкций, внедряемых в практику с меньшей

серийностью производства [86; 207; 217, с.203; 239; 255] или же являются только предложениями [165; 190; 207, с.104; 217, с.191; 255, с.16].

В условиях бывшей технико-экономической политики типовое проектирование являлось практически единственной возможностью [146, с.3] массового внедрения новых решений (кроме экспериментального и уникального проектирования), поскольку условием эффективного заводского производства является ограничение номенклатуры изделий, увеличение объема их серийных партий [176, 177, 264]. Это, в целом, противоречит обеспечению многообразия (функционального, архитектурно-композиционного и др.) зданий и сооружений, возводимых по серийным проектам [104, с.10]. Такое состояние обуславливает неизбежность определенного однообразия из-за не востребования оригинальных АКТ-решений.

Однако за внешним однообразием [125] сборных зданий содержится скрытое, значительно большее, чем в традиционных зданиях, разнообразие (по видам и номенклатуре применяемых новых материалов и изделий, конструктивным особенностям, технологии изготовления, способам возведения и др.). Маклакова Т.Г. отмечает ряд мнимых и подлинных проблем однообразия полносборного гражданского строительства [122]. Тем не менее, хотя однотипность является общим свойством серийной продукции любой отрасли производства, она представляется нетерпимой в архитектуре, особенно, жилых и общественных зданий.

Возможное разнообразие зданий и сооружений заводского производства (не только сборных) огромно, если его оценивать по разработанным решениям. Внедрялись же в конкурсной борьбе [например, 110] лишь те строительные системы, конструктивные схемы и конструкции, которые максимально отвечали массовому строительству при минимальных затратах (что было в конечном счете не всегда экономически оправдано).

Например, были: крупноблочные и крупнопанельные дома средней, а затем повышенной этажности множества типовых серий [16, 172, 183], каркасно-панельные системы гражданских зданий [42, 156], в частности, каркас межвидового применения серии 1.020-1/83 (ранее – серия ИИ-04, еще ранее ИИ-03, а также ИИ-02) [22, с. 50]; каркасно-панельные системы одно- и многоэтажных промышленных зданий [278, с.72]; бескаркасные, каркасные, крупноблочные и крупнопанельные, а также кирпичные и мелкоблочные одно-, двухэтажные дома для сельской местности [263, с.34]; клееные деревянные рамы и арки [161, 238],



железобетонные трехшарнирные рамы для строительства сельскохозяйственных и иных зданий [237; 255, с.137] и др.

Известны предложения, имевшие немассовое применение в различных областях строительства: каркасные системы с плоскими ригелями, безригельные [81], сборно-монолитные [266] каркасы, сборные каркасы «РАМПА» и «ИКАР» [275, 276] с эффективными плитами перекрытий [277]. Разработано множество других решений, обладающих определенными конструктивными, технологическими и иными преимуществами, например, фундаменты под распорные рамы [254, с. 16], конструкции с использованием стеклопластиков [37, сс.11, 13, 17; 158; 163] и т.д.

Однако в АКТ-аспекте основы архитектурного проектирования [184, с.73] не имеют научной методики логико-понятийного описания произвольного (виртуального, эвентуального или известного) разнообразия сборных и других ИСС, их структурных частей, отдельных конструкций, хотя она необходима для направленного получения одно-, разнообразия изделий и одно-, разнообразия зданий и сооружений из них.

В издании Орловского Б.Я., Белкина А.Н. и Степановой В.Э. [138] упомянута система проектной документации для строительства (СПДС), а в издании Сербиновича П.П. и Орловского Б.Я. [184, с.73] в разделе, посвященном конструктивному проектированию, даны рекомендации по выбору конструктивной схемы типовых сборных зданий. В пособиях по конструированию приводятся также типовые конструкции, разработанные более детально в соответствии с правилами применения МКРС к гражданским [104], промышленным [272] и сельскохозяйственным [234] зданиям и сооружениям.

Таким образом, в основах типового архитектурного проектирования практически отсутствует методология конструирования с получением многообразия структурных частей зданий и сооружений, их конструкций и деталей.

В данном отношении Мадера Г.И. предложил унифицированную методику [118] разработки конструкций стен из кирпича, мелких и крупных блоков. Методика отражает требования ЕМС, строительноклиматические условия места строительства и температурно-влажностные параметры помещений. Однако она не имеет необходимой для методологии универсальности, поскольку пригодна для решений конкретных задач и не учитывает многих необходимых для этого факторов.

Меньшинов Н.Г. отмечает два положения в образовании конструктивных систем посредством комбинации конструктивных элементов. Первое – из стоек и балок образуются плоскостные стоечно-балочные схемы, обеспечивающие концентрацию в них усилий от общего нагружения здания. Второе – из плоских горизонтальных и вертикальных элементов образуются пространственные коробчатые схемы, обеспечивающие распределение усилий [15, с.32]. Это существенное для методологии конструирования положение является развитием одного из известных принципов (см. ниже принципы Стрелецкого Н.С.) конструирования, которое, однако, не доведено до логического завершения и методического использования.

В типовом конструировании Стрелецкий Н.С. руководствовался общим принципом экономичности, состоящим из трех частных принципов: концентрации материала (удельное увеличение веса, уменьшение числа элементов); упрощения конструктивной формы и совмещения функций работы конструкций [222, с.91].

Данные принципы также имеют важное методологическое значение, но они предназначались лишь для конструирования каркасных схем сборного направления индустриализированного строительства, а конкретно принцип концентрации материала является односторонним (см. выше приемы Меньшинова Н.Г.), ориентирующим сборные конструкции на максимальное укрупнение, что не отражает других направлений в многообразии зданий и сооружений как ИСС.

В научно-технической литературе имеются исследования, отражающие эвристические методы и приемы конструктивного, технологического, материально-вещественного и иного преобразования объектов техники [8, 150]. Они основаны на диалектическом методе (например, решения технических задач рассматриваются как разрешение внутренних противоречий предшествующих технических решений – аналогов, прототипа).

Однако в них не учтены особенности конструирования зданий и сооружений как специфических объектов техники. Отсутствует и научно-конструкторская методика направленного получения одно- и разнообразия объектов техники, в частности, при их унификации и типизации. Без такого содержания невозможно эффективное решение проблемы «однообразия и многономенклатурности» в области строительства и архитектуры, поскольку методология типового и «индивидуального» конструирования зданий и сооружений как ИСС представляется недостаточной.

Внедрение новых АКТ-решений зданий и сооружений сопровождается дополнительными типами, типоразмерами и марками изделий, а условием эффективного заводского производства является ограничение их номенклатуры и увеличение объема серийных партий [176, 177, 264]. Эти противоположные тенденции препятствуют увеличению многообразия (функционального, архитектурно-композиционного и др.) Зданий и сооружений, возводимых по типовым проектам [104, с.10] и обуславливают неизбежность увеличения их однообразия из-за не использования многих рациональных АКТ-решений.

В современной практике типового проектирования при ведущей функционально-компоновочной, художественно-эстетической, архитектурно-тектонической и т.п. роли архитектора в формообразовании сборных и иных зданий, сооружений инженер обеспечивает расчетно-конструкторскую сторону принятых АКТ-решений.

Архитектор стремится к достижению разнообразия, непохожести новых проектов на созданные ранее. Задача инженера – обеспечить требуемые деформационно-прочностные характеристики предлагаемых решений зданий. Разнообразие при этом является фактором, усложняющим инженерное обеспечение архитектурных предложений. Для технолога разнообразие – требование, безусловно «вредное», поскольку при серийном производстве разных сборных изделий усложняется процесс, снижается производительность, увеличивается парк металлоформ и оснастки, расширяются производственные складские площади и т.п.

Сложилось так, что *архитектурные* конструкции, обеспечивающие относительное разнообразие типовых зданий, являются индустриальными уже десятилетия за счет применения сначала ЕМС, затем МКРС. Технологи при этом находят разрешение данной проблемы, например, методами «гибких» технологий. *Строительные* же конструкции остаются «неиндустриальными», несмотря на качественно более развитые методы расчетов (по предельным состояниям, по теории надежности и др.).

С позиции критики архитектурной науки относительно сборного строительства (однообразие зданий, монотонность застройки) отметим, что инженерная составляющая проектирования не соответствует архитектурной из-за отсутствия в методике проектирования строительных конструкций «своей» модульной координации несущей способности, унифицированного ряда ее значений и т.п. Такая координация имеется у архитекторов и является основой архитектурного проектирования (в виде основного и производных модулей размеров, их уни-

фицированного ряда значений, допусков на размеры изделий и др.). Это означает, что индустриальная *форма* архитектурных конструкций не соответствует *содержанию* строительных конструкций как индустриальных.

Научно-техническое противоречие между архитектурным и строительным (включая технологию и организацию производства) проектированием, является результатом методологически раздельных (несмотря на согласование проектных решений) основ типового проектирования для архитекторов и инженеров-строителей (конструкторов и технологов) по соответствующим им сферам одной области науки и техники. Основы архитектурного и инженерно-строительного проектирования и конструирования должны быть взаимосвязанными между собой единой методологией и с основами технологии производства ИСС, более того, на последней основываться.

\*\*\*

Анализ типового архитектурного проектирования и индустриализированного строительства показывает, что образовалось размежевание строительной науки и практики на архитектурную, инженерную и технологическую составляющие вследствие НТП, усложнившего профессиональную деятельность архитектора как зодчего. Это усугубляется отсутствием в основах проектирования единых для них гносеологических (познавательных) положений с приоритетной ролью технологической составляющей.

Основы типового проектирования неполно отражают признаки деления объектов проектирования, поскольку методологически не достаточно учитывают материально-вещественное и производственно-технологическое и другие начала; понятие индустриализации характеризует лишь сборное ее направление, игнорируя альтернативные направления индустриализированного производства в строительстве; определения типизации и унификации неоднозначны, поскольку не имеют единого методологического обоснования. В общем, это обусловлено, с одной стороны, полносборным направлением индустриализированного строительства как доминирующим, а, с другой – недостаточным его методологическим обеспечением.

## **1.2. Формирование основ типового проектирования**

Характерным для послереволюционного (1917 г.) восстановления хозяйства, как отмечалось выше, было «индивидуальное» типовое проектирование. Оно основывалось на научных положениях классической архитектуры [184, с.5; 12, с.5], которые долгое время сохраняли свое влияние на проектирование жилых и общественных зданий.

Исследования основ архитектурного проектирования, содержащих различные концепции о соразмерности частей здания, выражении единства частей и целого через пропорции, геометрические подобию, размерные ряды чисел и т.д. [19, сс.214—27], обычно осуществлялись в поисках эстетической гармонии сооружений и человека применительно к гражданским зданиям и сооружениям. Для производственных же деятельности нужны различные промышленные, сельскохозяйственные и другие здания, сооружения, габаритные параметры которых необходимо соотносить не только с антропометрическими, а и с параметрами технологического оборудования и продукции, зоометрическими и др.

Массовое возведение производственных зданий и сооружений, кроме того, требовало единых принципов типового проектирования с гражданскими (жилыми и общественными) зданиями и сооружениями. Классические положения архитектуры при индустриализации строительства не отвечали требованиям серийного промышленного производства строительных изделий.

В 1925 г. были разработаны научно-методические положения о секциях [89, с.34] многоэтажных домов, ориентированных на заводское изготовление элементов [146]. Классические теории о модуле, равном радиусу колонны, о соразмерности на этом и других модулях частей зданий, о различном геометрическом построении последних, о нахождении всевозможных пропорций и т.п. [19, с.24 и др.] совершенствуются для индустриализированного строительства, ориентированного, в основном, на штучное, затем, на сборное направление. В последнем отразилось влияние промышленно более развитой машиностроительной отрасли, производящей серийную продукцию из штучных деталей с последующей их сборкой.

В строительстве используют решения Лолейта А.Ф. (1927 г.) по многоэтажным крупноблочным домам [89, с.34], деревянные конструкции для мостов Стрелецкого Н.С. (1922 г.) [89, с.95], металлические для промышленного строительства [220] и др.

В условиях жесткой экономии материалов быстро развивались научные инженерные дисциплины, такие как строительная механика с рядом новых теорий (упругости, расчета за пределами упругости, пластичности, прочности материалов, расчета статически неопределимых

систем, равновесия и др.). Лолейт А.Ф. предложил (1931 г.) метод расчета железобетонных конструкций по предельным состояниям [89, с.95; 113] взамен метода расчета по рабочим состояниям (конец XIX в). Новый метод распространился на металлические и другие конструкции и получил со временем мировое признание. В этом отмечена [89, с.31] роль Стрелецкого Н.С. [221], а позднее – в основах типового проектирования [222].

Индустриализация в военные годы и в период послевоенного восстановления хозяйства страны создавала соответствующую конъюнктуру для разработки теоретических основ типизации, унификации и стандартизации в проектировании [87, с.5].

Зальцман А.М. ввел понятия модуля, мульти- и микромодуля, основного и частных модулей, модульной системы; обосновал принципы комплекса взаимоувязанных строительных стандартов, проанализировал возможные величины модулей и принял за основной модуль 100 мм, упрощающий исчисление в метрической системе. Ввел числовую шкалу, в которой модуль является наибольшим общим делителем частных модулей архитектурно-планировочных элементов (АПЭ); приписывал АПЭ определяющую роль в установлении набора взаимозаменяемых деталей; считал основной целью комплекса стандартов – максимум вариабельности АПЭ с минимумом элементов, кратных частным модулям, что отвечает требованиям промышленного производства [87, сс.5—53].

Серк Л.А. обосновал необходимость модульной системы в сборном строительстве; отмечал, что числовые величины модуля возможны любые; дал понятие модуля как меры, предложил кратность модулю размеров элементов, разработал систему назначения размеров зданий, принципы модулированных планов; за модуль взял длину стандартного кирпича, но рекомендовал не увязывать его размер с модулем; считал исходными положениями в модульной системе увязку архитектурно-компоновочных требований и возможно большее сокращение типоразмеров деталей для обеспечения выпуска промышленностью серийной продукции; предложил величину модуля брать для градации типоразмеров; допускал неравенство горизонтального (200 мм) и вертикального (150 мм) модуля (ранее был принят модуль, равный 50 мм) [186, сс.57—101].

Таким образом, Зальцманом А.М. и Серком Л.А. закладывались теоретические основы Единой модульной системы (ЕМС) в типовом проектировании зданий и сооружений.

Основы архитектурно-строительного конструирования, имеющие важную роль в решении проблемы «однообразия и многономенклатурности», представлены положениями ЕМС в строительстве, типич-

зацией правил привязки конструкций к координационным осям, единообразием опирания перекрытий на стены и т.п. Эти разработки выполнены Зальцманом А.М. [87] и Серком Л.А. [186], а позднее также Шеренцисом А.А. [269], Дюбеком Л.К., Дихтером Я.Е. [74] и другими [20, сс.18—23; 112; 123, сс.13—17; 139, сс.9—14].

Вскоре после появления первых типовых проектов типизация осуществляется в общесоюзном масштабе [106, с.5].

Для обеспечения максимальной повторяемости однородных элементов Кореньков В.Е. предлагает их унификацию с предельным ограничением количества типоразмеров и сквозную унификацию для всех типовых проектов жилых домов различной этажности и для любого региона строительства [106, с.10]. Полагает, что сквозная унификация приводит типовое проектирование в соответствие с архитектурно-планировочной вариабельностью зданий и максимальной стандартизацией изделий. Отмечает, что элементы унифицируют заранее до разработки каких-либо типовых проектов зданий. При этом считает, что однообразия зданий, если оно не ухудшает важнейшие условия жизни, бояться не надо [108, с.123].

При такой постановке теоретическая проблема «однообразия и многономенклатурности» снимается без ее решения. Однако это представляется неприемлемым в отношении удовлетворения возрастающих эстетических потребностей людей.

Сквозная унификация Кореньковым В.Е. увязывается с максимально возможной взаимозаменяемостью изделий предельно ограниченных типоразмеров, жесткой дисциплиной использования заранее унифицированных изделий [107, с.6]. Им были проанализированы разные типовые проекты домов, используемые в различных климатических районах. Отмечено, что из 13-ти различных продольных шагов опор и 27-ми пролетов по ширине типовых секций жилых зданий с 1945 г. к 1956 г. общее число шагов сократилось до 7-ми, пролетов – до 14-ти. Используя метод анализа и критического отбора планировочных параметров для жилых и общественных зданий, были рекомендованы высоты этажей от 3,3 до 3,9 м [106, с.13].

Можно заключить, что сокращение унифицированных параметров зданий и модульной системы проводилось эмпирически на базе предыдущих проектов методом симплификации (упрощением выборкой).

Систематизацией многих проектных решений и последующим отбором более чем из 100 величин шагов поперечных стен Аникин В.А. предложил оставить 5 типоразмеров шагов – 7,2; 6,0; 4,8; 3,6; 2,4 м и 23 планировочные схемы квартир: 1-комнатных – 6, 2-х – 6, 3-х – 5 и 4-х – 6. Полученный унифицированный ряд был разбит на три группы:

А (малый шаг на одно помещение), Б (большой и малый на группу помещений), В (большой только на группу) и 3 подгруппы – 1, 2, 3 по числу типоразмеров шагов. Комбинированием групп и подгрупп типа А1, А2, А3, Б1, Б2, Б3 и так далее образуют требуемое разнообразие планировочных решений многоэтажных домов с небольшой номенклатурой стеновых панелей [9].

На основании изучения проектно-строительной практики СССР, ГДР и других стран Иохелес Е.Л. [94] считал достаточным укрупнение модульных размеров кратно 12М, в том числе и для малых шагов 2,4 и 3,6 м в жилых зданиях при открытой системе типизации (видовой).

Проблему уменьшения необоснованного разнообразия зданий и огромной номенклатуры изделий Вольнов В.А. связывает с вопросами унификации, обеспечивающей взаимозаменяемость в гражданском строительстве [46], и относит к основам типизации и унификации конструкций в зданиях различного (жилого и общественного) назначения [47]. Тираж изделий определяет унификацией конструктивных схем и их структурных элементов, а также правильным выбором модульных рядов для нормирования размеров конструктивно-планировочных ячеек (КП-ячеек). Количество типоразмеров элементов принимает равной обратно пропорциональной величине укрупненного модуля и пропорциональной величине приращения линейного размера элемента [48].

Данная зависимость соответствует тенденции индустриализированного строительства, характеризующейся укрупнением модуля и увеличением размеров конструкций. Однако укрупнение модуля и конструкций, удовлетворяя определенные потребности, представляется односторонней тенденцией, не соответствующей многим другим, имеющимся в различных областях строительства.

С увеличением количества конструктивных решений по разным типовым проектам, отмечает далее Вольнов В.А., общее количество типов и типоразмеров изделий соответственно увеличивается. Например, жилые дома серий 1-335, 1-464, 1-466, 1-467, 1-468 не имеют существенных различий, однако под них строятся заводы и изготавливается оборудование. На данном основании предлагается межсерийная унификация, для осуществления которой целесообразна опережающая стандартизация. Согласно последней, разработке конкретных типов домов предшествует стандартизация конструкций, используемых в этих проектах. Так обосновывается переход от отдельных типовых проектов к каталогам (здесь: видовым) типовых изделий [49].

Взаимосвязь между проектами (зданиями, секциями, блок-секциями, их объемно-планировочными и конструктивными решениями), а также между заводами-изготовителями и строительно-монтажными



управлениями представляется схемами, где первичными объектами типизации по Вольнову В.Е. являются объемно-планировочные структурные элементы – КП-ячейки, укрупненные КП-ячейки, их фрагменты. Под регулярностью структур понимается их повторяемость.

Такой системой первичных объектов типизации открывается возможность многовариантного оптимального проектирования на структурах как на модели, являющейся носителем проектной и технико-экономической информации при формировании вариантов объектов проектирования. За критерий оптимальности модели принималось отклонение полезных площадей проектируемых объемов от структурных. Целевая функция – минимум стоимости 1 м<sup>2</sup> полезной площади [50].

Взятый критерий оказался ненадежным, т.к. норма полезной площади неоднократно директивно изменялась, а критерий оптимальности вызван нормированием допускаемого превышения проектной площади от нормативной (для групп квартир А и Б). В результате изменялась номенклатура изделий и их типоразмеры, определенные как оптимальные. В этом состояла бесперспективность теоретических обоснований оптимальности искомых параметров зданий в типовом проектировании [168; 180; 181; 241, с.32; 250].

Вопрос выбора объектов типизации, унификации и оптимизации Вольнов В.А. и Кикнадзе З.А. исследовали в «целостной системе проектирования», отвечающей одновременно функциональным, архитектурно-градостроительным, конструктивным, строительно-технологическим, природно-климатическим, технико-экономическим требованиям и условиям строительства [51]. Первичными были модели, характеризующие наиболее важные показатели объектов с разными вариантами объемно-планировочных элементов реальных зданий: крупнопанельных, каркасно-панельных и объемно-блочных конструктивных систем [52, с.20].

Первичные элементы должны быть немноготипными, стабильными и пригодными для обеспечения вариантности и образования различных типов зданий (здесь: межтиповая типизация) на основе взаимозаменяемости элементов [52, с.11]. Множественная модель определения первичных объектов типизации гражданских зданий содержит взаимосвязь: комплекс зданий → здания → секции, блок секции → конструктивно-планировочные ячейки → сортамент изделий → полуфабрикаты, материалы. Последние – тоже первичные объекты типизации, на основе которых формируются здания и сооружения [52, с.9].

Оптимальный состав секций и квартир, включая конструктивно-планировочные структуры и параметры помещений, исследовали Асатиани З., Вольнов В. и Кикнадзе З. с применением ЭВМ [23].

Данный концептуальный подход имел место в исследовании типового проектирования общественных и производственных зданий [123, с.18]. В качестве первичных объектов типизации вначале были отдельные здания различного назначения, затем – их объемно-планировочные и конструктивно-планировочные элементы (например, УТС, УТП, отсеки промышленных зданий) и, наконец, конструкции, номенклатура которых сводилась в каталоги [66; 113; 235; 236; 240; 255, с.137].

Максимальная сборность, массовое производство – основные критерии индустриализированного строительства [21, с.15]. Одна из целей методов проектирования – оптимизация количества типоразмеров изделий с учетом разнообразия композиционных, архитектурно-планировочных и конструктивных решений различных зданий [21, с.18].

Задача с таким критерием оптимизации формально не ставилась из-за многообразия и постоянного совершенствования конструктивных решений, разного уровня укрупнения конструкций в различных подотраслях, множества последних, интеграции каталогов сборных изделий различных составов, назначения и областей применения и т.д. Поэтому оптимизацию обычно представляли концептуально: обеспечивать максимально возможное многообразие при минимально возможном количестве типов, типоразмеров и марок сборных изделий [52, сс.53—102]. Так ее представляли ранее Зальцман А.М. и Серк Л.А [87, 186], а затем Хазанов Д.Б. [243] и др. Так обосновывались и внедрялись все более укрупненные модули.

Минимальный укрупненный модуль  $2M$  допускался только для жилых и общественных зданий при определенных ограничениях и вскоре был исключен из модульного ряда, как и модуль  $4M$ . Размеры шагов должны приниматься кратными укрупненным модулям  $30M$  и  $60M$ , в отдельных случаях –  $12M$ , который в последствии также будет исключен. Для доборных элементов, расстановки перегородок в жилых домах и размеров дверных проемов допускается применение основного модуля  $M$  и дробного  $1/2M$ ; в дальнейшем последний будет также укрупнен. Для сечений конструкций, кроме последних, возможно применение  $1/5 M$  [233, с.25], который применяется крайне редко.

В условиях массового строительства все более необходимыми становятся новые методы технологии производства сборных изделий, обеспечивающие возможность серийного выпуска многономенклатурной продукции.

Широкое применение развивающихся методов «гибкой» технологии отмечает Бережной Н.Ф. в крупнопанельном домостроении за рубежом. На отдельных заводах, например, Франции изготавливается до 400 марок сборных изделий. По системе «Ларсен-Нильсен» в 6-ти странах из 17-ти, где применяется эта система, размер продольного

шага от 180 до 560 см имеет около 30 градаций; в одном доме используют от 1-го до 6-ти разных шагов. В рамках системы «Есперсен» на основе «гибкой» технологии и стандартизированной номенклатуры железобетонных изделий разработано 26 вариантов квартир для 4-х этажных и 7 вариантов квартир для 4-х, 9-ти и 16-ти этажных жилых секций [30].

Оценивая рассматриваемые системы, делается вывод, что необходимое число типовых квартир и домов (их модификаций) достигается двумя способами: 1 – вариантным сочетанием КП-ячеек, 2 – варьированием размеров и конфигурации КП-ячеек [31]. Подчеркнем, что продольные шаги имеют, например, размеры: 2,62; 2,67; 2,548; 2,60; 2,77; 3,432; 3,64; 2,77 м и т.п. [32, с.13]. Такие размеры соответствуют «закрытой» системе промышленного домостроения, исключающей даже внутривидовую типизацию сборных изделий разных заводов-производителей.

Данный подход противоречил типовому проектированию в СССР, где исключалась конкуренция, обеспечивалась единая техническая политика и была необходимость в массовом строительстве с минимальными затратами. При этом номинальные размеры сборных конструкций с высоким порядком точности изготовления были недосягаемы (из-за экономии металла на опалубочные формы и т.п.), что обуславливало и низкий уровень взаимозаменяемости изделий (здесь: даже межмарочный).

Имелись также частично «открытые» системы – жилые секции «Баллеруп» (1963 г.) и «Гладсакс» (1965 г.) фирмы «Есперсен», элементы из каталога фирмы «Хейгорд и Шульц» и др. [32, с.6, 29, сс.12, 20].

В западноевропейских странах известны различные ранние системы модульной координации [115, 244, 274, 287, 288, 289], которые были объектом теоретического анализа Зальцмана А.М., Серка Л.А., Хазанова Д.Б. и др. В настоящее время этот вопрос представляется неактуальным, в связи с окончательно сложившейся ЕМС (затем – МКРС), принятой тогда и странами-членами Совета экономической взаимопомощи (СЭВ) в качестве международных стандартов – СТ СЭВ 1001-78 и др. [212, 213, 214, 215]. В этих странах стандарты являлись рекомендательными и имели в своих редакциях некоторые отличия.

Например, в ЧССР рекомендовались конкретные размеры шагов: 240, 300, 360, 480, 600, 900, 1200, 1500, 2400, 3000, 3600 и далее через  $n \cdot 60$  см [115]. Датские строительные фирмы руководствовались планировочным модулем 3М, вертикальным – 2М или 3М; модульная размерная координация имела разветвляющуюся систему общего ряда величин в направлении увеличения шагов и пролетов в виде нескольких предпочтительных рядов модульных размеров по стандарту DC/P

1077 с интервалами 3М, 6М, 12М, 24М, 48М, 96М, 192М, каждый из которых имел кратный им дополнительный ряд при  $M = 100$  мм с удвоенными столбцами [289, с.116].

Однако известные модульные системы обычно не адаптируются к серийному производству сборных изделий, что делает их все менее практичными с разработкой новых методов технологии производства, в частности, «резательной», позволяющей получать практически любые размеры.

Совершенствование методики типового проектирования, увеличение числа методов образования разнообразных зданий при уменьшении количества промышленных изделий сопровождается разносторонними технико-экономическими исследованиями и выработкой конкретных рекомендаций.

Исследуя экономическую эффективность унификации параметров зданий, Рудерман Л.Г. отмечает, что в производственных программах строительных предприятий насчитывается до 20—50 различных типов железобетонных изделий с количеством типоразмеров и марок до 800—1000 позиций. Неповторяющиеся типоразмеры составляют от 1238 до 2870 на один экономический район. Только по каталогу серии ИИ-03 сортамент включал более 200 типоразмеров изделий при не полном охвате зданий различного назначения. Унификация общественных зданий по высоте этажа (одна высота 3,3 м вместо 5 значений) с укрупненной модульной сеткой колонн  $6 \times 6$  и  $6 \times 3$  м дает снижение себестоимости изделий на 15—20%, количество их уменьшается в 5—6 раз, производительность возрастает на 30—40% [175]. Повторяемость сборных изделий и увеличение объема выпуска продукции снижает себестоимость и улучшает другие показатели производства [176]. Большое количество типоразмеров изделий сказывается двояко отрицательно – потерями рабочего времени и других ресурсов на переналадку оборудования, а также снижением коэффициента использования оборудования (металлоформ, камер термообработки и др.). Потери различны в зависимости от методов технологии – конвейерной, агрегатной и стеновой [177].

Увеличение номенклатуры происходит также из-за различия в величинах нормативных нагрузок на перекрытия зданий, в связи с чем проводилась унификация их рядов. Для серии ИИ-03 были установлены две градации нормативной нагрузки – 700, 1000 кгс/м<sup>2</sup> для круглопустотных плит и 600, 900 кгс/м<sup>2</sup> для овалопустотных, что соответствовало расчетным нагрузкам соответственно 490, 840 и 495, 775 кгс/м<sup>2</sup>. При унификации нагрузок разделением их на три группы – легкие 450, средние 600 и тяжелые 800 кгс/м<sup>2</sup> Рудерманом Л.Г. и Штейнбергом Н.М. была получена экономия стали до 4% [178], но такая градация увели-

чивала количество типоразмеров плит перекрытий из-за уменьшения шага градации.

Анализ унифицированных ячеек 3×6 и 6×6 м при высоте этажа 3,6 и 3,3 м с учетом параметров внутренней среды проведен Асхаровым И.М. Была обоснована экономичность перехода к таким укрупненным размерам сетки относительно сетки 3,6×6,4 м [11].

Унификация объемно-планировочных параметров жилых и общественных зданий связана с нормализацией параметров функциональных схем и помещений с оборудованием. Ее проводили Страшнов В.Г. [219], Кикнадзе З.А. и Хохлова Л.П. [97], Раева Е.С. [166, 167, 168], Седов А.П. [180], Седов А.П. и Хохлова Л.П. [181], Юркина Э.Т. [284], Макаров А.К. [120, 121]. Разработанные ими нормали являлись базой комплексной координационной и отраслевой стандартизации.

Из-за первоначально принятой минимизации норм площади часто изменялись установленные функциональные нормали и, следовательно, унифицированные параметры. Это происходило и в связи с непрерывным укрупнением модульной координационной сетки. Здесь очевидно влияние на нормализацию (как и унификацию) конъюнктурных факторов технической политики.

Например, многие разработки при высоте этажа жилых домов от 3,3 до 3,9 м [175] были переработаны для высоты 2,8 м, включая встроенные помещения общественного назначения. Укрупненные параметры планировочной сетки 6×6 м для технологических и функциональных схем зданий самого различного назначения оказались пригодными для всех групп и подгрупп общественных зданий (школьных классов, институтских аудиторий, больничных палат, помещений пансионатов, магазинов и др., для разных социальных и возрастных групп, их составов и т.п.). Это же имело место и в исследованиях Кастеля И. и Кагановича Г. в отношении каркасно-панельных зданий при внутритиповой и межвидовой унификации [95].

В унификации планировочных параметров животноводческих построек [226] наряду с укрупненной сеткой 6×6 м Сухарева Н.А. считала целесообразными на ближайшее время ее варианты 3,6×6 и 3,6×3,6 м. В анализе схем коровников рассматривались различные значения модуля – 40, 50, 60, 75 см и шага – 6,0; 5,5; 5,4; 5,2; 4,8; 4,0; 3,75 м. В зданиях для сельского хозяйства рекомендовались [227] сетки 6×6 и 6×3 м. На основе модуля 60 см исследуемый ряд состоял из унифицированных значений 3,0; 3,6; 4,8 и 6,0 м. Для сельских типовых домов принимала модуль 20 см при высоте помещений 2,5 м и считала недостатком каталога при отличии сборных изделий на 10 см.

Данные рекомендации соответствовали общей тенденции в унификации – максимальному укрупнению планировочной сетки. В этом

отражены «безадресный» принцип типового проектирования по методу каталогов и отсутствие развития «гибкой» технологии на основе универсальных или переналаживаемых металлоформ до «резательной» технологии.

Несовершенство методики проектирования, которая не снимает противоречия между требованиями индустриализированного строительства и обеспечением удобств помещений, связанных с их размерами, отмечает Борисовский Г.Б. нормативная модульная система ограничивает количество типоразмеров лишь при наличии укрупненного модуля. Предложенный им «безмодульный» метод «скользящего» шага для зданий с крупноразмерными элементами отступает от постулата – размер шага равен размеру элемента, т.к. поперечные стены устанавливаются с накапливающейся сдвижкой от модульной оси. Величина сдвижки затем убывает и снова совпадает с осью, но на шаг дальше. Таким приемом уменьшалось число типоразмеров элементов и обеспечивалась «гибкость» шага между поперечными стенами [38].

Метод «скользящего» шага подвергся осуждению, поскольку нарушал дисциплину в типовом проектировании, обязывающую неукоснительное применение укрупненных модулей. При этом методе появлялись доборные элементы с укрупненными модульными размерами, но меньших величин. Однако в целом предложенный метод снижал номенклатуру.

Посредством унификации и типизации Кимом Н.Н. совершенствуется архитектура промышленных зданий, учитывающая их специфику – множество разновидностей технологических процессов и условий производства. УТГ, УТС и УТП обеспечили объединение архитектурного замысла, промышленные здания стали «чище» по структуре, проще в плане и в объеме [100]. Проведена унификация конструкций одно- и двухэтажных зданий с укрупненными сетками колонн  $6\times 6$ ,  $9\times 6$ ,  $12\times 6$ ,  $18\times 12$ ,  $24\times 12$ ;  $18\times 12$ ;  $18\times 18$ ,  $24\times 12$ ,  $24\times 24$  м (в т.ч. для второго этажа) и с унифицированными нагрузками от 15 до 30, от 15 до 50 и от 50 до  $150 \text{ кН/м}^2$  [101].

Для проектирования однотипных зданий разрабатываются соответствующие их функционально-технологическому назначению различные ряды расчетных параметров, которые являются укрупненными и имеют вид унифицированных параметрических рядов. Например, площади этажей между противопожарными стенами в зависимости от степени огнестойкости и количества этажей имеют ряд: 800, 1200, 1400, 2000,  $2200 \text{ м}^2$  и т.д.; вместимость предприятий общественного питания – 25, 75, 100 мест и т.д. [141].

Такие ряды принципиально имеют модульное выражение и представляют собой унифицированные параметрические ряды, анало-

гичные модульным геометрическим рядам в типовом проектировании зданий.

Укрупненные параметры планов промышленных зданий различных конструктивных схем – шаг 6 и 12 м, пролеты 6, 12, 18, 24, 30 м – являются общепринятыми для павильонной, зальной и ячеековой объемно-компоновочных схем [65, с.83] с соответствующими укрупненными модульными размерами строительных конструкций [65, с.73].

В унификации объемно-планировочных и конструктивных решений промышленных зданий Шубин Л.Ф. видит две основные формы – отраслевую и межотраслевую; переход от межотраслевой унификации к межвидовой может осуществляться на основе Единой модульной системы [278, сс.71—79]. Приводит нормали рабочих мест [278, сс.79—83], примеры блокирования зданий. Универсальность и «гибкость» объемно-планировочных решений в многоэтажных зданиях подразделяет на малую 6×6 м, среднюю 12×6 м и большую при пролетах 24, 30, 36 м [278, с.109]. Для удобства унификации объем промышленного здания расчленяет на отдельные части и объемы – ОПЭ, КП-ячейки, температурные блоки, УГС, УТС, УТП [278, с.72]. В унификации отмечает три стадии: линейную (величин пролетов, шагов, высот, а также нагрузок, грузоподъемности кранов); пространственную (унифицированных схем и др.); объемную (типов и размеров изделий, а также зданий; их блокировки и др.).

Усложняющиеся условия производства в последние годы советского периода типизации объективно требовали перестройки методологии архитектурно-строительного проектирования. В связи с этим Дорохов А.Н. и Хохлова Л.П. отмечали необходимость в научно обоснованных принципах конструирования зданий, предусматривающих наиболее полное удовлетворение комплекса требований. Важно также совершенствование типологии конструктивных систем и оптимальное применение сборных и монолитных конструкций. Эти положения должны быть в методологических основах государственной системы стандартизации (гсс) [67].

Данные предложения были представлены лишь концептуально как направления желаемого совершенствования типового проектирования, поскольку не имели конкретных методологических разработок.

Важность типологии как раздела теории архитектурного проектирования отмечали также Орловский Б.Я. и Орловский Я.Б., ставившие задачу сравнительного анализа и обобщения существенных признаков, функций и связей определенных объектов научного исследования. Подводили к выводу об универсальности типологии, возможности ее применения при решении проблем проектирования [140, с.30].

В данных положениях следовало бы также дать конкретные рекомендации по совершенствованию типологии.

Орловский Б.Я. и Орловский Я.Б. дополнительно отмечают положения о новом подходе к современному типовому проектированию и унификации – переходе к объектам целевого назначения для конкретных габаритов создаваемого производства из типовых конструкций [140, с.83]. Предлагаемые черты нового подхода таковы: ограничение числа строительных параметров и их сочетания в габаритных схемах для основных типов зданий массового строительства, разработка универсальных объемно-планировочных решений, обеспечение разнообразия архитектурно-компоновочных решений, ограничение наименьшим числом элементов, обеспечение взаимосочетаний этих элементов.

Новый подход является обобщением положений типового проектирования предыдущих этапов, обеспечивающим межотраслевую унификацию и типизацию в промышленном строительстве. Эти положения послужили методологической основой проектирования большепролетных (редкоопорных) одноэтажных промышленных зданий нового поколения [40]. Однако новый подход оставляет в стороне решение проблемы «однообразия и многономенклатурности» многих других производственных зданий, направлен на дальнейшее однообразие зданий путем укрупнения сборных изделий, не раскрывает сути «взаимосочетаний» этих элементов, а, главное, не снимает коренной проблемы типового проектирования – отсутствия методологического единства смежных специальностей.

Между тем, стремление обеспечить сближение проектирования и заводского домостроения имело место в развитии типизации. Так, Авиром Л.С. и Левинтов Б.С. [6] своим методом комплексного детализирования позволяли установить единые конструктивные и технологические принципы проектирования. Они относились к частному методу, что важно в данном случае, но могут быть другие методы такого рода. Однако даже множество частных методов не обеспечивают их единства как собственно методологических основ.

Заводское домостроение требует теоретического обоснования допусков и посадок сборных элементов (как, например, в машиностроении), т.е. соблюдения предельных изготовительных и монтажных отклонений размеров относительно номинальных [1]. Превышение установленных проектом геометрических параметров приводит к дефектам в конечной строительной продукции. Дополнительная подгонка или доработка сборных изделий ухудшает качество зданий в целом. В связи с этим, Авиром Л.С. различает габаритную (по геометрическим характеристикам качества) и структурную (по физико-механическим характеристикам) взаимозаменяемость, которая обеспечивается в пре-



делах одной или нескольких серий крупнопанельных домов (т.е. внутри- и межсерийной типизацией), а также в пределах ведомственных и всесоюзного каталогов изделий (т.е. отраслевой и сквозной типизацией) [2].

Положения о характеристике элементов заводского изготовления переросли в теоретические основы надежности сборных сооружений. Авиром Л.С. разрабатывает методику повышения уровня надежности строительных конструкций на стадиях проектирования, возведения и эксплуатации зданий и сооружений. Она обосновывается математическими (статистическими, вероятностными) положениями, образуя основы теории надежности. В ряд важнейших характеристик, обеспечивающих качество надежности, включены стандартизация, унификация и взаимозаменяемость строительных конструкций, а также теория и система строительных допусков, метод расчета по предельным состояниям, вероятность безотказной работы зданий и др. [3, с.7].

Развивая положения количественной оценки различных характеристик изделий заводского изготовления, Авиром Л.С. выходит на уровень управления качеством крупнопанельного домостроения посредством комплексного показателя конечной продукции [4]. Особое значение придается показателям стандартизации, унификации и взаимозаменяемости деталей и узлов для разных объемно-планировочных решений. Были выделены вариантные (управляемые) и стабильные (неуправляемые) показатели [4, с.12].

На основе требований к точности размеров изделий Авиром Л.С. и Левинтов Б.С. разрабатывают систему комплексных панелей применительно к кассетному методу производства для трех вариантов одной из типовых серий. Суть системы – образование модели наложением на кальку габаритных схем заданной номенклатуры панелей, а также размеров их конструктивных особенностей (закладных деталей, каналов для электропроводки, дверей и проч.). Габаритные размеры панелей определены СПП формулирующего оборудования. Система рассматривается как приложение к методу групповой обработки деталей, применяемому на машиностроительных предприятиях [5]. Она обеспечивает «гибкую» технологию кассетного производства, обеспечивающую широкую номенклатуру изделий при минимуме переналадок металлоформ [6] и вариантное использование таких изделий в сборном домостроении [116].

Однако эффективность вариабельности принципиально может быть повышена лишь при коренном изменении общепринятых положений о взаимозаменяемости, начала которых находятся именно в технологии и организации производства. Переналадка металлоформ, обеспечивая изменение размеров изделий, снижает производитель-

ность предприятий КПД, т.е. становится технологией, усложняющей производство.

Постоянную разработку методики создания ЕМС (относительно осей между опорами в здании и др.) проводит Хазанов Д.Б. [241]. Обеспечивается унификация объемно-планировочных параметров в различных областях строительства на основном модуле  $M = 100$  мм, снижающая номенклатуру изделий, проводится внедрение ЕМС в типовые проекты жилых и общественных зданий. Развивается межвидовая и межотраслевая унификация в установке на постоянное укрупнение модуля, величин шагов и пролетов зданий [243]; вводится нормативная терминология в ЕМС; упорядочиваются модульные ряды укрупненных и дробных модулей, совершенствуется построение ЕМС, а затем МКРС [244], образуется единая методика унификации и типизации сборных изделий.

Хазанов Д.Б. вводит понятие универсальности и «гибкости» типоразмеров изделий на основе их соизмеримости и модульной координации [245]. Разрабатывает положения единого каталога в гражданском строительстве, который должен постоянно развиваться, отражая нтп [244].

Приведенные положения являются основами типового проектирования, вошедшими в учебные издания [20, с.19; 39, с.15]. Понятия универсальности и «гибкости» (как противопоставление взаимозаменяемости) является теоретическим сдвигом в решении проблемы «однообразия и многономенклатурности», но неверным.

Работам Хазанова Б.Д. характерно администрирование, в частности, непринятие «безмодульного» метода со «скользящим» шагом Борисовского Г.Б., который был творческим применением ЕМС. Совершенствование модульной системы, ее унифицированного ряда, правил привязки конструкций к координатным осям и т.п. в различных регионах страны представляются не как творческие поиски новых решений, а как ошибки и недисциплинированность. Прогнозы, в частности, о перспективе развития ЕМС (относительно принятых сеток колонн общественных зданий в сравнении с промышленными, высоты этажа жилых домов и др.) не совпали в дальнейшем с директивными решениями.

Характерна также нецелесообразная попытка Хазанова Б.Д. (как и некоторых других) приблизить строительный модульный ряд к предпочтительным рядам чисел, применяемым в машиностроении, со знаменателями прогрессии  $\sqrt[3]{10} = 1,12$  и  $\sqrt[10]{10} = 1,25$ , что давало отклонения от неких «оптимальных» линейных размеров на  $\pm 5—7\%$ . В действительности номинальные размеры строительных конструкций унифици-

цируются в соответствии с производными (только укрупненными) модулями, а приведенные отклонения практически недопустимы. Размеры сборных конструкций определяются выражением  $N \cdot M_r$ , где  $M_r$  – основной геометрический модуль, а  $N$  – множество натуральных чисел [246, с.8].

Обобщая весь период развития типового проектирования, главную тенденцию унификации параметров зданий и сооружений на основе ЕМС можно охарактеризовать следующим множеством:

$$\{L_o, B_o, H_o\} = N \cdot M_r \quad \text{при} \quad N \rightarrow 60, \quad (1.2.1)$$

где  $L_o, B_o, H_o$  – стандартные объемно-планировочные параметры зданий и сооружений, соответственно, пролет, шаг, высота.

Проводится дальнейшая работа по нормализации и унификации помещений жилых и общественных зданий. В промышленных зданиях обосновывается самый укрупненный модуль 60М, поскольку в них функционально необходимые габариты, как отмечает Хазанов Д.Б., не могут определяться с такой же степенью объективности как в жилых и общественных зданиях [247]. Для последних рекомендуется модуль 12м, допускается модуль 3М [248]. Усиливается внимание к принципам построения системы стандартов, охватывающей общие требования к техническим качествам гражданских зданий и их элементам [249].

Хазанов Б. совместно с Кулагой В., Раевой Е. и другими проводит дальнейшую унификацию общественных зданий (зрительных залов кинотеатров, клубов), обосновывая для них укрупнение сетки, кратные 30М и 60М [250]. Совместно с Шерендисом А.А. и Экслером Л.С. разрабатывает общие принципы стандартизации качества промышленной продукции для гражданского строительства с учетом вариабельности зданий из стандартных изделий [252].

Отраслевая классификация объектов Хазанова Д.Б. как и другие положения основ стандартизации сходятся с трудами Горчакова Г.И. и Мурадова Э.Г. [58], Сычова В.И., Шкинева А.Н., Говоровского Б.Я. и др. [231]. При этом Пахомовой Е.Л. не упускается из виду архитектурно-эстетические качества стандартных изделий [144].

Унифицированная модульная сетка массовых общественных зданий (общеобразовательных школ [253, с.31], детских учреждений [253, с.48], предприятий торговли и общественного питания [253, с.64] и др.) Экономически и функционально обосновано принимается равной или кратной максимальному укрупненному модулю 60М как и в промышленных зданиях. В крупнопанельных домах утверждается тот же модуль 60М, например, в серии 1-486 [183]; этот планировочный

модуль в жилых домах повышенной этажности принимается и как конструктивный.

Шкинев А.Н. и Хазанов Д.Б. способствуют утверждению принятой в СССР модульной системы в странах-членах СЭВ в качестве международного стандарта [274].

Хазанов Д.Б., Шеренцис А.А. и Экслер Л.С. отмечают, что экономика сборного строительства выдвигает необходимость унификации и стандартизации сортамента строительных изделий, которая обуславливает их высокую заводскую готовность, крупные размеры и малое число монтажных единиц [252, раздел 1.1].

Анализируя приведенные положения можно отметить, что они разрабатывались на основе обобщения действующих и новых типовых проектов, а также результатов экспериментального проектирования [251, сс.6—9], т.е. преимущественно эмпирическим путем. Теоретические обоснования тех же положений были получены Стрелецким Н.С., Хохловой Л.П. и некоторыми другими (см. ниже).

Продолжая разработку основ проектирования, Шеренцис А.А. систематизирует конструктивные системы здания, принимая их за первичный объект типизации. С целью снижения номенклатуры выделяет основные системы для массового строительства – крупнопанельные и каркасно-панельные, охватывающие наибольшее число зданий различного назначения. Руководствуясь принципом сближения типоразмеров конструктивных систем, проводит их унификацию (например, каркасные для городского и сельского строительства). Разрабатывает систему унификации расчетных и нормативных нагрузок на плиты перекрытий и на ригели [268].

Решая вопросы унификации размеров конструкций гражданских зданий на основе ЕМС, Шеренцис А.А. исходит из положения, что многообразие изделий – следствие недостаточной унификации ОПЭ (лестничных клеток, кухонь, и др.). Отмечает отсутствие проектов, обеспечивающих «широкую взаимозаменяемость» одноименных конструкций [268, с.90], а в существующих проектах взаимозаменяемость считает возможной в узких пределах. Обращает внимание на необходимость однозначности толкования понятий [268, с.96], в частности, по привязке конструкций к осям. Полагает, что цель унификации – обеспечение взаимозаменяемости сборных элементов из разных материалов и ограничение числа их типоразмеров. Разрабатывает правила привязки, обеспечивающие взаимозаменяемость изделий [268, сс.120—127], а также унифицированные узлы сопряжения конструкций с платформенным и консольным опиранием для ограничения их номенклатуры [269], руководствуясь при этом методом опережающей стандартизации [270, с.21].

Щеренцис А.А., Аронова Р.И. и Чефранова О.С. отмечают различную трактовку понятия типоразмера и марки, а также отсутствие единой методики определения их количества, что важно для единообразия анализа уровня унификации проектных решений. Дают свое определение и предлагают однозначную маркировку изделий, повышающую точность оценки межсерийной унификации, необходимой для повышения специализации заводов и унификации их оборудования [271, с.106].

Мадера Г.И. разрабатывают сортамент изделий, унифицирует конструкции узлов [251, сс.78—104]. Ергольская И.А. проводит унификацию высот сборных железобетонных колонн одноэтажных промышленных зданий согласно принятой в СНиП модульной системе [82].

Таким образом, основы типового проектирования формируются в русле единой технической политики, определяемой ЕМС и другими нормативными положениями. Они развиваются из многих разнотонных и неоднозначных методических предложений, конструктивных разработок, экспериментальных проектов и, реже, теоретических исследований в одном направлении – стационарного заводского производства серийных изделий для полносборного строительства. Такая установка предопределила «созревание» проблемы однообразия полносборных зданий и многономенклатурности сборных изделий.

Хохлова Л.П., исходя из требований межвидовой унификации, отразила специфику жилых и общественных сельских зданий, включая дома индивидуальной застройки [258]; разрабатывала нормали повторяемых структурных элементов (квартир, секций, блоков), считая нормализацию методической основой стандартизации. В унификации принимала планировочные параметры кратные модульным размерам 120, 300 и 600 см, отдавая предпочтение последним и исключая размеры, кратные 200 мм (по СНиП 1954 г.). В домах блокированного типа предпочитала единый шаг 360 см, а в секциях 5-, 9-ти этажных домов включала структурные ячейки квартир унифицированных габаритов [259]; систематизировала и обобщала положения по унификации и ЕМС [262, сс.51—62].

Стандартизацию считала завершающей стадией процесса унификации, использовала разные нормативные определения унификации и типизации: сначала как понятия одного уровня [260], затем типизация была подчинена унификации [261].

Рассматривая совершенные и избыточные ( $\alpha > 1$ ), а также простые и недостаточные ( $\alpha < 1$ ) числа, Хохлова Л.П. представила поле натуральных чисел (рис. 1.2.1) с уровнем совершенных чисел ( $\alpha = 1$ ). В диапазоне от 0 до 60 была получена группа совершенных и избыточных чисел с наибольшим делителем 6: 6, 12, 18, 24, 30, 36, 42, 48, 54; здесь

$$\alpha = \Sigma_n / N, \quad (1.2.2)$$

где  $\Sigma_n$  – сумма истинных делителей числа  $N$ , кроме самого  $N$ .

Приняв наименьшее рекомендуемое значение укрупненного модуля  $УМ = 60$ , были оставлены оптимальными 4 значения [261, сс.24–27], состоящие из двух пар: 6 и 12, а также 30 и 60 вместо 7-ми значений согласно ГОСТ 1001-78 (позднее – ГОСТ 28984-91) [61]. Таким образом, Хохловой Л.П. приведено математическое обоснование унифицированного ряда модульных значений, удовлетворяющее общую тенденцию укрупнения производного модуля. Оно представлено как подтверждение этой тенденции на этапе приближения к максимальному пределу укрупненного модуля.

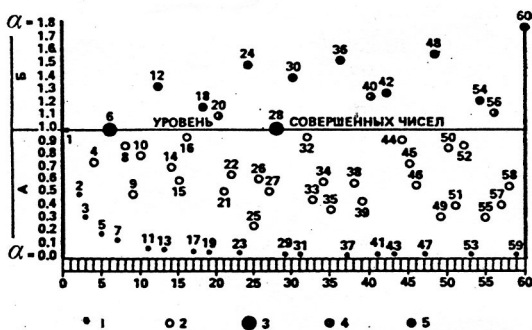


Рис. 1.2.1 – Поле натуральных чисел (по Хохловой Л.П.):

А – зона недостаточных и простых чисел; Б – то же, избыточных;  
1 – простые; 2 – недостаточные; 3 – совершенные; 4, 5 – избыточные

Однако анализ объемно-планировочных параметров зданий и сооружений различного назначения показывает, что во всех областях строительства имеется потребность в дополнительных модульных размерах, отличающихся по кратности от  $УМ = 60М$ .

На основании обобщения конструктивных решений каркасов Ежовым В.И. был предложен унифицированный безригельный каркас (убк), соответствующий открытой сборной конструктивной системе (оске). Эта система разработана совместно с болгарскими и украинскими специалистами Добревым А., Антоновым А., Стеценко В., Макаровым Г. [79]. На базе УБК можно запроектировать разные типы зданий различной конфигурации и этажности, применять свободную планировку. УБК имеют шестигранную в плане форму в косоугольной модульной координационной сетке с параметрами 560 и 323 см. Разра-

ботанные типоразмеры изделий включают криволинейные очертания, уступы, выступы и др.

Позднее УБК совершенствуется в научно-методическом, планировочном и конструктивном отношениях. Площади помещений принимаются кратными планировочному модулю  $18,8 \text{ м}^2$  с параметрами в прямоугольной сетке 570 и 330 см [81, с.51], т.е. кратными минимальному укрупненному модулю  $3M$  согласно СТ СЭВ 1001-78. Сделана установка на сближение каркасно-панельной системы с объемно-блочной на базе единой планировочной сетки и взаимозаменяемости прямоугольных и треугольных плит, колонн, а также ригелей. Первоначальная сотовая форма ячеек была сохранена [81, с.115]. В результате, здания на базе УБК стали обладать большей вариантностью.

ОСКС на базе УБК представляется альтернативой другим системам даже при обеспечении взаимозаменяемости изделий между ними, выходящей на более высокий уровень межсистемной унификации и типизации. В УБК модульные параметры не соответствуют общей тенденции стандартизации того периода – максимальному укрупнению геометрических параметров. Общепринятое понятие взаимозаменяемости в данном решении и обеспечение многообразия были не адекватными получаемым результатам – последние шире. То есть это решение принципиально «не вписывается» в действовавшие основы типового архитектурного проектирования, что очередной раз свидетельствует о стремлении ученых выйти из ограничений директивных нормативов.

Необходимой составной частью типизации сборных изделий на всех этапах индустриализированного строительства является унификация конструкций по унифицированному ряду нагрузок на перекрытия. Унифицируя расчетные нагрузки на перекрытия многоэтажных жилых и общественных зданий, Колманок А.С. рекомендует в расчетах сборных железобетонных элементов перекрытий принимать легкую, среднюю и тяжелую нормативные нагрузки равные (с учетом трещиностойкости и деформативности элементов) соответственно: 360, 500, 675 кгс/м<sup>2</sup> [96].

Отметим для сравнения, что согласно СНиП нормативная нагрузка на перекрытия жилых зданий составляла 150 кгс/м<sup>2</sup> (1,5 кПа), т.е. в 2,4 раза меньше [194]. В следующих редакциях СНиП эта нагрузка была принята равной 200 кг/м<sup>2</sup>. Расчетом строительных конструкций по методу предельных состояний обеспечивалась достаточная прочность перекрытий, но деформации плит толщиной 140 мм и размерами в плане «на комнату» в крупнопанельных домах была больше нормативной. Вследствие уменьшения массы зданий снизились их эксплуатационные качества. В последующих сериях толщина плит пере-

крытий была увеличена до 160 мм (для сравнения в современных жилых домах с безригельным монолитным каркасом толщина плит перекрытий принята 180 мм).

Разрабатывая методику определения эквивалентных равномерно распределенных нагрузок на перекрытия от местных нагрузок, Клепиков Л.В. дает рекомендации по их учету в проектировании переходными коэффициентами [102]. Завадивкер Б.Н. проводил унификацию расчетных нагрузок на перекрытия многоэтажных производственных зданий [83] и величин несущей способности железобетонных конструкций [84] одинаковых по назначению для применения в различных зданиях. Были получены унифицированные ряды расчетных нагрузок с увеличивающимся шагом их градации.

Исследованиями охватывались промышленные и общественные сборные здания для массового строительства каркасных и бескаркасных конструктивных схем [85]. В проведенной унификации ряд значений нагрузок был уменьшен с разделением их на легкие (до 10 кН/м), средние (до 15 кН/м) и тяжелые (до 30 кН/м). Это – радикальное решение в отношении снижения количества типоразмеров сборных изделий, но одновременно и очередной шаг в укрупнении градации их по параметру унифицированных нагрузок. Проблема многономенклатурности изделий при укрупненной унификации переходит в проблему перерасхода материалов в несущих конструкциях.

В настоящее время строительные конструкции по несущей способности рассчитывают на унифицированные ряды нормативных нагрузок и соответствуют стандартной МКПС, т.е. отвечают нормативным основам типового проектирования и поэтому не соответствуют модульным значениями внутренних усилий или напряжений. В этом состоит методологическое несоответствие строительных конструкций (по содержанию) от архитектурных (по форме).

Клепиков Л.В., Коренберг Л.Н., Отставнов В.А., Розенберг Л.С., Захаров В.В., Гишман Е.Е., Писчиков В.Г. и другие разрабатывают положения по проектированию типовых строительных конструкций – стальных для промышленных зданий, сборных железобетонных для мостов и других сооружений с учетом особенностей определения нагрузок [102, 105, 143], технико-экономического обоснования [88], габаритных параметров [54], подбора сечений конструкций [145] и др. [25].

Совершенствование бескаркасных и каркасно-панельных конструктивных систем по каталогам серий ИИ-02 для жилых зданий, ИИ-03 для гражданского строительства (жилых и общественных зданий), затем серии ИИ-04 для межвидового применения, дополнительно включающего производственные здания и, наконец, серии 1.020-1/83 [22, сс.50—63] характеризуется интеграцией различных этапов типич-



зации (видовой, межвидовой, межтиповой, сквозной), расширением вариантных возможностей каркасов и области их применения.

Модифицированная последняя серия 1.020-1/87, характеризуется (как и предыдущая) укрупненными модульными сетками колонн, унифицированным рядом нагрузок на ригели, а отличается, в основном, применением более высокого класса бетона элементов каркаса. Различия в образуемых габаритных схемах обеспечиваются разными по размерам и несущей способности взаимозаменяемыми элементами каркаса. Множество возможных габаритных схем получено совмещением отдельных габаритных схем с различными габаритными и грузовыми параметрами. При этом каждому элементу каркаса соответствует определенная схема.

В каркасе серии 1.020-1/87, являющемся многовариантным, тем не менее, конструктивно-компоновочной «гибкости» не предусматривается. Геометрическая и грузовая вариантность реализуется конкретными элементами, «привязанными» к схемам каркаса с укрупненными модульными параметрами. То есть каркас не вариабельный из-за дискретно изменяемых параметров по укрупненной унифицированной их градации.

Однако конструкция каркаса с 1.020-1/87 потенциально имеет большую область применения относительно предусмотренной проектом [164] при использовании экспликационной методологии проектирования ИСС (см. раздел 5.3). Это возможно также благодаря заложенному в проекте унифицированному ряду нагрузок на консоли колон из трех, так сказать, «модульных» значений.

Отмечая, что общая номенклатура изделий неоправданно велика, Выжигин Г.В., Ягодкин В.Н., Королев А.Н. и другие предложили создать единую систему каркасных конструкций, позволяющую удовлетворять всем требованиям, предъявляемым к промышленным и гражданским многоэтажным зданиям на основе межвидовой и межотраслевой унификации [53]. Авторы не удовлетворяла межвидовая серия 1.020-1/83 для гражданского (исключая жилищное) строительства [22, с.50], применяемая также для вспомогательных и производственных зданий промышленных комплексов с нагрузками на перекрытия от 400 до 1600 кгс/м<sup>2</sup> для укрупненных сеток колонн 6×6 и 6×9 м и более.

Данное предложение является приемом унификации и типизации, характерным для различных этапов типового проектирования. Его суть – совмещение различных габаритных схем и ряда нагрузок, действующего на них, с последующим упрощением типов и типоразмеров элементов совмещенной схемы. Такой прием характерен и для разных этапов типизации жилых и общественных зданий, включая образование единых каталогов изделий для них [70].

Такой же в принципе прием используется и для разработки единых каталогов для жилищного строительства Москвы, Ленинграда и Киева [66, 70, 71, 73], являющихся высшим уровнем развития типизации на нормативно-стандартных основах типового проектирования. Единые каталоги увеличивают в целом тираж одной марки на 200%, по наружным стенам – на 440%, по перекрытиям – на 250% [240].

Однако Единый каталог, в частности, для Киева не был реализован, поскольку из-за многономенклатурности сборных изделий строительство по такому каталогу требует развитой сети предприятий по производству сборных изделий с большими диапазонами геометрических и грузовых параметров. Для территории Украины КиевЗНИИЭП жилища и другие институты разработали упомянутый выше межвидовой каркас с.1.020-1/83, а затем его модификацию – с.1.020-1/87, которые можно считать упрощенными версиями Единого каталога.

Методика архитектурно-конструктивных «ситуаций» Фрадина М. [240] содержит решение проблемы «однообразия и многономенклатурности» в первой очереди серии проектов и каталога. Однако в «ситуациях» узлов сопряжения конструкций для реализации сквозной унификации заложено консервативное начало взаимозаменяемости элементов. Поэтому по методу единых каталогов кроме многоцелевого использования конструкций принципиально имеются дополнительные возможности увеличения многообразия зданий, равно, как и при применении в Украине каркаса серии 1.020-1/87.

Суть в том, что типовое проектирование не имеет методики, «специализированной» на увеличении многообразия сборных и других индустриализированных зданий и сооружений. Последние проекты, различные каталоги и, главным образом, Единый каталог – интеграция положительных результатов предыдущих этапов типового проектирования, обеспечившая наиболее высокий уровень типового проектирования.

На нормативно-стандартных основах была разработана номенклатура унифицированных железобетонных конструкций для жилищно-, птице- и звероводческих зданий, а также зданий по переработке сельскохозяйственной продукции, внесенная в общесоюзный каталог (сб. 3.01-С-1.85). На его основе разработаны единые технические условия (ЕТУ) на строительное проектирование объектов в Украине (ВСН 115-81) [77] и территориальные каталоги индустриальных изделий (например, в Полтавской обл. – ТК 112-3.87). Последние позволяют при разработке вариантов типовых проектов учитывать региональные условия, сократить номенклатуру изделий, повысить уровень внутриплощадочной унификации.

ЕТУ директивно значительно сократили имевшуюся ранее номенклатуру типов сборных строительных конструкций, выполнив тем самым поставленную цель. По существу ЕТУ стали крупномасштабной симплификацией (т.е. упрощением выборкой) в типовом проектировании сельскохозяйственного строительства. Однако при этом были утрачены имевшиеся стоечно-балочные каркасы, обладавшие потенциальным многообразием при их «нестандартном» применении (см. раздел 5.1).

Здания с увеличенными пролетами и шагами опор принято называть «гибкими», поскольку их объемно-планировочные параметры позволяют изменять технологические линии без реконструкции зданий. Однако собственно изменяемости в них нет, а разное технологическое использование достигается свободной от колонн планировкой.

Тенденция увеличения пролетов и шагов привела к появлению малоопорных зданий, являющихся универсальными из-за возможности свободного размещения в них технологического оборудования. Самые редкоопорные здания Булгаковым С.Н. названы зданиями «нового поколения». Параметрический ряд планировочной сетки колонн таких зданий –  $36 \times 36$ ,  $48 \times 48$ ,  $60 \times 60$ ,  $72 \times 72$  и т.д. до  $120 \times 120$  м. При этом размеры сеток колонн могут изменяться с интервалом 1,5 м, например, 28,5; 30,0; 31,5 м и т.д. «Гибкая» модификация их габаритов позволяет образовывать строительно-технологические модули [40].

Примечательно, что при таких масштабах укрупнения планировочных сеток предусмотрено дробление самого укрупненного в МКРС модуля 60М. В таком дроблении имеется потребность, например, в сельскохозяйственных зданиях. Их габаритные схемы систематизировались Услонцевым Б.В. В частности, здания для крупного рогатого скота (КРС) трехпролетной конструктивной стоечно-балочной схемы имеют пролеты  $7,5+6+7,5$  или  $6+9+6$  м [209, с.148].

Проблема устранения однообразия зданий, сооружений и снижения номенклатуры сборных конструкций серийного производства радикально решалась методом вариантного проектирования Полянского А.Т. [151—156]. Для его реализации были разработаны на основе ЕМС оригинальные архитектурно-конструктивные решения типовых изделий, которые использовались в сочетании с научной нормализацией функциональных и объемно-планировочных элементов зданий и сооружений.

Вариантный метод Полянского А.Т. представлен как творческое использование в типовом проектировании стандартных изделий с получением при этом уникальных комплексов [151, 152], обладающих функциональной «гибкостью», в связи со «свободной» сеткой колонн. Метод включает такие этапы: систематизация вариантных решений

зданий разного назначения по видам сборных конструкций; разработка комплексных серий типовых проектов зданий, секций и ячеек, а также вариантных деталей; составление их каталога; проектирование конкретных комплексов или отдельных зданий по каталогу вариантных планировочных решений. Вариантность зданий дополняется «внешней» (к зданиям) вариантностью сооружений: малых форм и инженерного благоустройства территорий из типовых изделий.

Метод вариантного проектирования в пределах определенного вида рекреационных зданий как бы повторяет предшествующий по последовательности развития типового проектирования метод каталогов с привнесением в последний вариантных строительных изделий стандартного производства, т.е. метод единых каталогов, который хронологически оформился позднее. Вариантное проектирование характеризуется как индивидуальный подход к архитектурной композиции в художественном осмыслении строительного стандарта [155, с.64]. При этом отмечается, что не различная комбинация стандартных изделий определяет смысл метода, а комплексное решение эстетических и технических задач при новом взгляде на элементы здания. Отметим, что планировочные размеры, будучи укрупненными модульными, включают также пролет в 4,5 м, т.е. укрупненно-дробную величину (не кратную 60М).

Однако инженерно-технологические задачи, возникавшие при проектировании на основе метода вариантности, остались неотраженными. Характерна обособленность художественно-эстетического многообразия от обеспечивающих его инженерных расчетов строительных конструкций и технологии производства, несмотря на осуществление метода при строительстве конкретных объектов (т.е. совместно с инженерами и технологами). Используемая в описании методе комбинаторика служит лишь эстетизации и «индивидуализации» строительных объектов.

Положения метода вариантного проектирования применительно к стандартным конструкциям получают в экспликационной методологии ИСС развитие в вариантно-комбинаторном отношении по дополнительному применению типовых изделий в различных АКТ-решениях. Вариантный метод при этом учтен как один из множества других одного логического ряда обеспечения многообразия ИСС, комбинируемых из заменяемых сборных элементов с разными варибельными свойствами (геометрическими, конструктивными и др.).

Дальнейшее развитие методологических основ по обеспечению многообразия изделий промышленного производства получено в теории комбинаторики и архитектоники формообразования Божко Ю.Г., относящейся к промышленной эстетике. Комбинаторика рассматрива-

ется здесь в широком диапазоне содержания этого понятия: от конкретно-прикладного до самого широкого смысла, т.е. от комбинации различных промышленных (не только строительных) изделий до комбинации научных методов, художественных принципов и выше (в природе и т.д.).

Многосторонняя систематизация конструктивных форм, сочетание архитектурно-эстетических основ и геометрических форм, всеохватывающий аспект комбинаторики в формообразовании промышленных изделий, их взаимосвязь с архитектурной и другие научно-методологические составляющие обеспечивают данной теории авторскую самооценку как универсального принципа в отношении формообразования [35].

Данная методология, как и предыдущая (вариантного проектирования) также не содержит инженерного и технологического аспектов, поскольку относится к области эстетики (в промышленности, в архитектуре). Несмотря на широкие возможности в формообразовании архитектурных конструкций, комбинаторика как всеобъемлющая в обеспечении их конструктивного многообразия в гносеологическом отношении, тем не менее, не обладает предполагаемой абсолютной универсальностью.

Вариантный метод – это не сущность творческого проектирования, а один из способов, которым образуется многообразие (вариантов). Комбинаторика же в этом методе проектирования, равно, как и в архитектурной формообразовании зданий и сооружений при проектировании – одно из средств обеспечения многообразия. Чём здесь делается многообразие понятно – сборными стандартными изделиями. Формообразование и архитектура в этом контексте представляют собой следствие комбинаторики как вариантного метода, его результат. Но такое следствие – не исчерпывающее, т.к. возможно еще формосодержание (инженерно-комбинаторное) и их организационно-технологическая взаимосвязь (тоже в комбинаторике). Нет ответа и на вопросы, что же, собственно, обеспечивает и почему происходит многообразие, т.е. в чём заключается первопричина и находится первоисточник получения разнообразия.

В первооснове (т.е. первоисточнике и первопричине совместно) многообразия зданий и сооружений должно заключаться другое начало. Выявление этого начала, построение методологии АКТ-проектирования (как единого процесса во взаимосвязи трех специальностей одной профессии) на этой первооснове составляет ведущую идею исследования данного издания в решении основной здесь научно-технической проблемы «однообразия и многономенклатурности», а также в

решениях частных научно-технических проблем проектирования (перечень их приведен в следующем разделе).

Решение основной проблемы, как показывает историко-логический анализ, осуществлялось до сих пор обособленно для сборного направления строительства на основе взаимозаменяемости строительных изделий промышленного производства. Для этого применялась, в частности, Божко Ю.Г. [35] теория комбинаторики [44], включая геометрическую комбинаторику [285]. Имеющиеся математические решения, способствуя практическому решению основной проблемы в ее некоторых частных задачах (например, использованием приемов самосовмещений геометрических фигур, методов перестановок, перемещений и сочетаний), представляются недостаточными, поскольку относятся к узкому кругу формализованных задач.

Для решения проблемы «однообразия и многономенклатурности» сборного и других направлений строительства целесообразна формализация описания многообразия архитектурно-конструктивных элементов и ИСС из них, а также методов их преобразования посредством логической семантики [182], теории групп [7] и др.

Исследования, приведенные в данном издании опираются на научно-методологическое наследие Стрелецкого Н.С. в области типизации и унификации строительных конструкций, в частности, на такие положения его научной школы: рассмотрение всякого явления как процесса вследствие изменяющихся причин, а процесса – как движения в различных направлениях развития с учетом экономических, эстетических и других задач, а также социальных запросов [220, с.5]. Конструктивная форма – величина переменная, зависящая не только от хозяйственных, но и от общественных факторов [222, с.27].

Отмеченные концептуальные положения составляют идеологическое обоснование полученных здесь теоретических положений и методических рекомендаций, равно, как и принципы проектирования Стрелецкого Н.С. – концентрация материала, упрощение конструктивной формы и совмещение функций работы конструкций как общекомпоновочные для обеспечения экономичности [222, с. 91]. Они получают дальнейшее развитие и конкретную реализацию в обобщенных теориях заменяемости и модульности, а также в верификации (проверке достоверности) последних АКТ-решениями и различными методами их получения.

Связь проектирования сборных строительных конструкций с технологией производства и организацией монтажа [223], учет реальной работы типовых конструкций под внешним воздействием в целом и отдельных элементов, максимальное удовлетворение эксплуатационных требований, учет многовариантности возможных схем и констру-

ктивных форм [223], максимальное приближение расчета к действительной работе и долговечность конструкций [225], эквивалентное перераспределение нагрузок [224], унификация нагрузок [222] – эти и другие положения школы Стрелецкого Н.С. обладают значительным теоретическим, методическим и конструктивным потенциалом. Они также получают свое развитие, но с иным содержанием, образуя с предыдущими положениями экспликационную методологию ИСС.

В методологии проектирования ИСС, включающей обобщенные теории заменяемости и модульности учтены также положения о предельных состояниях строительных конструкций по несущей способности [221], но окончательные деформационно-прочностные характеристики строительных конструкций могут к ним не сводиться (например, из-за эксплуатационных недостатков зданий, обусловленных предельными состояниями).

Стрелецким Н.С. в основах типизации и унификации строительных конструкций заложены положения, отражающие рациональные представления: о характеристике типов элементов и типовой номенклатуры; взаимодействии фактора серийности производства и однотипности конструкций, влиянии их на себестоимость; неизбежности перерасхода материалов при унификации типовых конструкций, рассчитанных по предельным состояниям для серийного производства; модульности генеральных размеров; переменной градации унифицированных размеров в зависимости от величины повторяемости; унификации нагрузок, сквозной типизации и др. [220—225].

В аспекте логико-методологической экспликации (т.е. раскрытии с иным толкованием) некоторые из отмеченных положений, тем не менее, нуждаются в определенной корректировке для дальнейшего совершенствования основ типового проектирования.

В развитие методики предельных состояний Стрелецкий Н.С. также вносил дополнительные положения, отмечая эту методику как уже всемирно принятую с отечественным приоритетом [221]. В частности, что предельные состояния 1, 2 и 3 отличаются причинами прекращения эксплуатации (соответственно силовыми воздействиями, перемещениями и деформациями, а также повреждениями).

Стрелецкий Н.С. и Захаров В.В. изложили методологические основы [221] типизации в области изготовления мостовых конструкций, строительства мостов, их эксплуатации и восстановления. Характеризуя, например, проблему типа строительного изделия отмечали его большую конструктивную стабильность во времени, чем частных решений, что экономически важно для серийного производства; утверждали, что эффективность типизации снижается с увеличением числа типов.

Не все дискуссионные предложения Стрелецкого Н.С. стали нормативными (например, принято две группы предельных состояний из предлагаемых трех, введено большее количество коэффициентов надежности и др.). Исходя из принципа упрощения формы, требующего соответствующего укрупнения модуля, мелкий модуль считали не отвечающим условиям типизации и индустриализации. Последнее суждение (о мелком модуле), направленное на укрупнение конструкций, отвечает общепринятой тенденции, однако, оно не согласуется, в частности, с положениями данного издания.

Метод отбора типов по Стрелецкому Н.С. и Захарову В.В. близок к упомянутому выше методу вариантного проектирования, но в теснейшей связи с конструктивной формой, условиями изготовления и монтажа. Тип меняется, но важно сохранить основные его параметры: технологические, эксплуатационные и геометрические. Чем важнее параметры, тем число типов – меньше. Стабильность и инвариантность типа приводит к минимальному числу типов, что является ведущим направлением типизации, повышая его эффект. Подобный подход характерен в решении и проблемы типоразмера сборных конструкций.

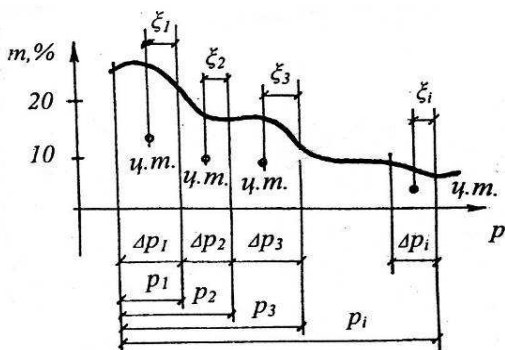
Изложенные положения совпадают по направленности с реально осуществляемой практикой типизации, которая в своей тенденции привела к одностороннему развитию – к максимальному увеличению модуля и минимальному разнообразию типов и типоразмеров сборных изделий. Модульность по Стрелецкому Н.С. и Захарову В.В. составляет геометрическую сущность типизации. Структура сетки типоразмеров (градация) может быть свободной, вынужденной и смешанной. Приводится исследование свободного шага градации размеров в зависимости от числа объектов в данном интервале.

Определена зависимость: общий перерасход материала ( $\Pi$ ) от унификации параметра ( $P$ ) пропорционален статическому моменту ( $S$ ) площади ( $F$ ) кривой распределения перерасхода в данном интервале  $\xi$ , т.е. относительно оси, проходящей по абсциссе приращения кривой распределения перерасхода (рис. 1.2.2):

$$\sum \Pi = \alpha \sum F \xi = \alpha \sum S, \quad (1.2.2)$$

где  $\alpha$  – коэффициент пропорциональности [223, с.18].





**Рис. 1.2.2 – Принципиальная схема определения шага градации при унификации размеров по перерасходу материалов в зависимости от серийности партий типовых изделий**

$p_{1, 2, 3, i}$  – диапазон параметров (размера и др.);  $\Delta p_{1, 2, 3, ..., i}$  – число интервалов приращения параметра градации унификации, равное числу типоразмеров с шагом параметра

Сформулирован закон градации типоразмера [223, с.19]: постоянный шаг является модулем генерального размера. Закон является правильным при равномерном распределении первичного параметра. Поскольку закон шага градации существенно отражается на величине перерасхода материалов, он должен исследоваться, как полагали Стрелецкий Н.С. и Захаров В.В., для конкретных случаев.

Предполагалось также (это, как отмечалось ранее, – ошибочно), что шаг градации может быть связан с машиностроительной системой предпочтительных чисел. От этого затем отказались, поскольку такое предложение неприемлемо для строительных конструкций (была принята метрическая ЕМС).

При определении оптимального количества типоразмеров Стрелецким Н.С. и Захаровым В.В. выявлены противоположные тенденции – с одной стороны, с увеличением унифицированного параметра происходит увеличение перерасхода материалов из-за обеспечения работоспособности конструкции в большем диапазоне параметра, с другой – при массовом производстве обеспечивается снижение стоимости, вследствие уменьшения числа типоразмеров. В точке пересечения противоположно изменяющихся кривых существует оптимальное значение. Эта проблема сходится с проблемой сортамента (градации) однородных изделий [222, 223].

Стрелецкий Н.С., Отставнов В.А. и Бельшев И.А. провели сопоставление временных нагрузок для жилых и общественных зданий по методикам разных стран, произвели анализ временных равномерно распределенных нагрузок с реальными сосредоточенными нагрузками, дали объяснения выявленному превышению временных расчетных на-

грузок над фактическими нагрузками. Привели итоговый ряд унифицированных нагрузок для гражданских зданий: 150, 200, 300, 400, 500, 600 кг/м<sup>2</sup> [224], разработаны рекомендации для СНиП (1962 г.), которыми в общих положениях руководствуются до сих пор [194].

Стрелецкий Н.С., Таль К.Э., Отставнов В.А. провели исследования по надежности строительных конструкций в отношении коэффициентов надежности, изменчивости размеров и положения конструкций при отклонении от проекта; установили несколько групп допусков на размеры в зависимости от уровня производства [225].

Приведенные положения содержат возможность развития на иных методологических принципах, а также при их реализации с новым содержанием традиционных понятий, например, в отношении АКТ-единства методологии проектирования; вариабельности системы в исчерпание–компенсации несущей способности строительных конструкций для исключения в них перерасхода материалов или их перегрузки соответствующим шагом градации планировочных параметров; «оправдания» перерасхода материалов при унификации ряда модульной несущей способности конструкций, концентрации–рассредоточении параметров, совмещении–разделении функций, укрупнении–дроблении модульной несущей способности и др.

Наряду с положениями проектирования в строительстве целесообразно рассмотреть подобные положения в смежных областях техники (машиностроении и др.), имеющих сходные методологические основы. При индустриализации строительства и позже это привело к некоторым ошибочным заимствованиям, в частности, по применению рядов предпочтительных чисел для координации размеров в зданиях и сооружениях.

Учитывая прошлый опыт, тем не менее, целесообразно повторить экскурс в основы машиностроительного конструирования.

Рассмотрены конструкторские положения Орлова П.И., в частности: систематизация методов стандартизации, их характеристика и особенности использования; методы конструирования стандартных изделий, обеспечивающие разнообразие; методика оценки уровня типизации и унификации взаимозаменяемых узлов в машинах и механизмах; понятие взаимозаменяемости изделий, образование унифицированных, параметрических и размерно-подобных рядов [137, сс.9—60].

Для анализа общепринятой научно-технической терминологии учтены нормативные в строительстве и энциклопедические сведения [148, 149, 191, 239].

Важным источником информации, использованным для оценки архитектурно-строительных решений, определения тенденций их развития и выявления факторов многообразия сборных зданий и соору-

жений, является мировой патентный фонд по классу «Строительство», МКИ Е 02, Е 04.

Работа с массивом информации сходна с традиционной методикой научных исследований: выявление и накопление технических решений, находящихся в каком-либо отношении к образованию разнообразия системных объектов техники из составляющих их сборных элементов (включая дополнительно смежные области промышленности – мебельную и др.), их анализ и синтез по различным критериям (вариантность, комбинаторность, разнообразие, сборность–разборность и т.п.); обобщение и систематизация накопленного массива, разработка теоретических положений, построение методологии, проверка ее достоверности решениями, полученными на основе этой методологии.

Характерно, что многие изобретения СССР опережали основы типового проектирования и соответственно методологически с ними расходились. Это относится, прежде всего, к понятию взаимозаменяемости, канонизированному, по-видимому, со времени зарождения промышленного производства (в том числе в машиностроении).

В основах типового проектирования оказалось также законсервированным понятие модуля. Повторный отбор и анализ изобретений, содержащих признаки модульности, позволил дать и его адекватную современности трактовку.

\*\*\*

Таким образом, анализ формирования основ типового архитектурно-строительного проектирования показал, что положения о важнейшем (первом) свойстве изделий промышленного производства – *взаимозаменяемости*, а также о методах и принципе проектирования, основанных на этом свойстве, можно представить как теорию взаимозаменяемости. Состояние этой теории следует характеризовать как не соответствующее практике типового проектирования зданий и сооружений из сборных и других изделий. За длительный исторический период проектирования теория не получила адекватного практике развития. Отдельными исследователями обнаруживалось такое несоответствие, но системных исследований и радикальных изменений не было.

Положения о важнейшем (втором) свойстве – *модульности*, а также о методах и принципе проектирования, основанных на этом свойстве, можно представить как теорию модульности. Эта теория как геометрическая координация и соизмеримость конструкций со зданиями и сооружениями, определившая соответствующее развитие унификации и типизации, представляется недостаточной.

В основах проектирования зданий и сооружений, ориентированных на сборное строительство, также односторонне сформировалось содержание ряда определений, понятий и категорий, таких как

«архитектурное проектирование», «унификация и типизация», «индустриальное строительство», «одно- и многообразие» и многих других. Кроме того, отсутствуют необходимые понятия и категории, формирующие целостное и всестороннее профессиональное мировоззрение, охватывающее альтернативные сборному другие направления индустриализованного строительства.

В развитии теорий взаимозаменяемости и геометрической модульности в их взаимосвязи содержатся основы методологии проектирования зданий и сооружений как ИСС (это – научная гипотеза). Экспликационная методология должна обеспечить более эффективное решение основной в данном издании проблемы «однообразия и многономенклатурности» сборного направления с выходом на альтернативные направления производства ИСС.

Необходимо особо отметить отдельные аспекты, вытекающие из изложенного в данном разделе, для их учета в предлагаемых в данном издании разработках:

- развитие основ типового проектирования было ориентировано на сборное направление строительства, а в нем – на максимально возможное увеличение геометрических параметров изделий, что сопровождалось укрупнением модулей, несмотря на потребность в промежуточных их значениях. Это делало невостребованными иные теоретические предложения и конструкторские разработки по разнообразию зданий и сооружений, перекрыло развитие «резательных» методов из «гибкой» технологии производства сборных изделий;
- увеличение параметров конструкций (размеров, веса) при их унификации через укрупнение геометрического модуля сопровождается ростом перерасхода материалов и других ресурсов в серийном производстве изделий и массовом строительстве типовых зданий и сооружений, в связи с чем возможно исчерпание «резервов» несущей способности типовых строительных конструкций при проектировании;
- нормативно-стандартные основы архитектурно-строительного проектирования не содержат системных положений по научному конструированию в целенаправленном разнообразии сборных и других зданий и сооружений, что представляется необходимой составной частью методологии проектирования ИСС.

### **1.3. Основная проблема сборных строительных систем и номенклатуры элементов, частные проблемы проектирования**

Как отмечалось выше, **основной научно-технической проблемой**, решаемой посредством проведенного исследования является **увеличение многообразия зданий и сооружений при уменьшении номенклатуры сборных элементов**. Постоянное совершенствование методов типового проектирования зданий и сооружений различного назначения позволяло решать многие частные проблемы (технические задачи) в различных областях строительства. Однако получаемые на нормативно-стандартных основах решения не всегда давали желаемый результат. Ниже приведена постановка ряда таких проблем (задач); их решения, полученные на основе методологии проектирования ИСС, приведены в главе 5.

Проблемы **сборно-разборных зданий**. Период строительства крупных промышленных объектов, в частности, угледобывающей отрасли сопряжен с потребностью в комплексе временных зданий и сооружений различного технологического назначения [34; 136], состав которого изменяется на разных этапах строительства. Такие здания являются «индивидуальными» по объемно-планировочным и габаритным параметрам, температурно-влажностному режиму помещений, оснащению подъемно-транспортным оборудованием или его отсутствию. Они имеют также отличия по степени взрыво-, пожароопасности, санитарно-гигиеническим требованиям, теплотехническим характеристикам стеновых ограждений и покрытий и т.д. При таких условиях практически исключается возможность их многократного использования.

Опыт проектирования сборно-разборных зданий и сооружений [211, сс.78—82] на основе УТС серий 420-06 и 420-09, рекомендованных Госстроем СССР для угледобывающей отрасли, не давал ожидаемых положительных результатов, т.к. при указанных обстоятельствах возникала большая номенклатура конструкций с ограниченной их оборачиваемостью или при ее отсутствии вообще.

Традиционные временные здания из мелкоштучных материалов оказывались конкурентоспособными, в связи с их определенными преимуществами (доступностью материалов, простотой конструкций, гибкостью планировки и т.д.), с одной стороны, и из-за организационно-технических трудностей внедрения сборно-разборных зданий, — с другой (недостатка требуемого объема металлопроката, отсутствия заводского производства, несовершенства конструктивных решений и т.д.).

Данная народно-хозяйственная проблема обусловила постановку соответствующей научно-технической проблемы — снятия **противоречия между многономенклатурностью конструкций сборно-разборных зданий и дефицитом оборачиваемости** последних при эксплуатации с обеспечением требуемого их разнообразия (см. раздел 5.1).

Анализ конструктивных решений мобильных зданий сборно-разборного типа позволил определить уровень данной области техники, установить этапы развития конструкций, систематизировать требования, предъявляемые к ним, выявить научно-технические противоречия и их причины. Это обеспечило решение ряда проектно-конструкторских задач, составляющих в совокупности отдельную техническую проблему **АКТ-несовершенства сборно-разборных зданий и сооружений** (см. раздел 5.1).

При строительстве зданий и сооружений шахтной поверхности подобная проблема относится, в частности, и к временным фундаментам под подъемное оборудование – проходческие лебедки и подъемные машины. Используемое на одном месте оборудование демонтируют и передислоцируют для повторного использования. Временные же фундаменты затем разрушают. Разработанные сборно-разборные фундаменты [211, сс.82—87] имели большую номенклатуру элементов, соответственно количеству типов и модификаций оборудования. Предложенная затем «бесфундаментная» установка оборудования как принципиально иное решение снимала эту проблему [Г.7].

Проблема **крупногабаритности мобильных зданий**. В различных областях жизнедеятельности человека и, в том числе, для удовлетворения производственно-бытовых нужд целесообразны (дополнительно к сборно-разборным) мобильные здания контрейлерного типа [34; 119; 136]. Их широко используют, например, при строительстве шахт, в сельском хозяйстве, в дорожном строительстве. Зависимые от условий и средств транспортировки, они применяются все больше по мере разрешения проблемы их крупногабаритности, возникающей при увеличении высоты и площади помещений мобильных зданий (см. раздел 5.1).

Проблема **невариабельности габаритных схем трехшарнирных рам**. В сельскохозяйственном строительстве массовое распространение получили трехшарнирные рамы, состоящие из двух Г-образных полурам [157; 255, с.137]. В связи с потребностью в рамных каркасах для комплексов зданий (складов, ремонтных мастерских, хранения техники, животно- и птицеводческих ферм и др.), номенклатура полурам должна быть весьма развитой. Такие каркасы, кроме того, могут использоваться в других областях строительства (для общественных зданий – крытые бассейны, ледяные арены, остановочные павильоны и т.п., для транспортных сооружений – гаражи, мастерские и др.). В результате образуется большое число типов и типоразмеров полурам, преимущественно, железобетонных. Однако развитая номенклатура противоречит многосерийному производству.

Типовые габаритные схемы из Г-образных полурам имеют унифицированные размеры: пролета зданий – 18 и 21 м (с ригелями соответственно 9 и 10,5 м) и высоты – 3,3 и 3,6 м (имелись еще не унифицированные размеры высоты – 3,75 и 5,15 м). Сокращенная номенклатура, тем не менее, усложнялась рядом унифицированных расчетных нагрузок на покрытие – 7,5; 13,5; 16; 18; 21; 24 кН/м, что приводило к соответствующему увеличению числа типоразмеров конструкций, например, по УЗК-2 [236].

Разработкой конструкций трехшарнирных рам занимались: НИИЖБ, ЦНИИЭПсельстрой, Запорожсельстрой, Укрколхозпроект и его Днепропетровский, Запорожский, Крымский, Полтавский, Николаевский, Харьковский, Херсонский, Черкасский и Черниговский филиалы, УкрНИИГИПРОсельхоз, ПриволжГИПРОсельстрой, Молдавский Межколхозстройпроект, Росколхозстрой объединение РСФСР, РосглавНИИстройпроект, Крайколхозпроект, Главприоксельстрой, Татколхозпроект, ЮжуралГИПРОсельхозстрой и его Башкирский филиал, Куйбышевсельхозпроект, Иркутскколхозпроект, Крымоблмежколхозстрой, Одесский Облмежколхозстрой, тресты Оргпромстрой, Оргтехстрой и другие учреждения, организации и предприятия [157, с.24]. Это свидетельствует о повсеместном и массовом внедрении трехшарнирных рам и о стремлении привязать типовые конструкции к различным строительно-климатическим районам СССР.

Конструкции отличаются между собой цельностью и составностью полурам, вариантами разрезки, геометрией поперечного сечения элементов (прямоугольной сплошной, решетчатой в стойках, тавровой), разным уклоном ригеля (от 1: 2,8 до 1:4,3), высотой в коньке и в карнизах, разными материалами (тяжелый бетон, керамзитобетон, древесина) и расчетными нагрузками, изменением поперечного сечения по длине ригеля и высоте стойки, узлами сопряжения ригеля со стойкой и др. [157, с.24].

Очевидна актуальность, сложность и высокая стоимость решения проблемы, затрагивающей разные отрасли строительства, АПК, сельского хозяйства и др. Относящаяся к типовому проектированию научно-техническая проблема представляется для ее решения в нескольких противоположных тенденциях: увеличить ряд значений параметров габаритных схем трехшарнирных рам, обеспечить использование их в различных строительно-климатических районах и уменьшить совокупную номенклатуру сборных элементов (см. раздел 5.1).

Проблема **объемов серийных партий сборных изделий**. Практика предприятий стройиндустрии показывает, что их производительность снижается из-за огромной номенклатуры, исчисляемой сотнями типоразмеров и тысячами марок сборных изделий [73, 209, 210, 264].

Проблема связана с экономической необходимостью полной физической амортизации формирующего оборудования до ее морального старения, чего обычно не бывает из-за быстрой смены типовых проектов [172, с.15]. Эта технико-экономическая сторона проблемы может быть представлена как научно-техническая по увеличению объема серийных партий и снижению многономенклатурности изделий (см. главу 5).

Проблема **конструктивной сложности и высокой материалоемкости фахверковых стен промышленных зданий**. Разработанные в период индустриализации типовые решения торцевых стен одноэтажных промышленных зданий павильонного типа имеют до сих пор массовое применение. Однако они являются весьма материалоемкими из-за необходимости применять фахверковые конструкции [128; 272, с.52].

Данная проблема восходит к классической в архитектурной науке «проблеме торца». Отсутствие ее решения в период индустриализированного строительства – еще одно свидетельство недостаточного совершенства нормативно-стандартных основ типового проектирования. Решение возможно на положениях методологии проектирования ИСС путем упрощения фахверков вплоть до их исключения (см. раздел 5.1).

Примером использования методологии ИСС (в части неформальной заменяемости), является решение проблемы **недолговечности и низких эксплуатационных качеств типовых 5-ти этажных жилых крупнопанельных домов**. Проблема «пятиэтажек» (быстрого физического и морального износа) стала актуализироваться с 1985 г. Моральный износ таких домов первого поколения тогда составлял 41%. Физический износ их был меньшим, но усугублялся низкими эксплуатационными качествами [170]. Острота проблемы в настоящее время возрастает.

Анализ возможных направлений решения проблемы [160; 170; 174; 281, сс.341—350] показал, что существуют различные точки зрения: от предложений о сносе этого жилищного фонда до радикального его переустройства с изменением этажности домов и плотности застройки микрорайонов. Проведенные ЦНИИЭП технико-экономические исследования [170] показывали экономическую целесообразность модернизации и реконструкции полносборных 5-ти этажных домов ряда последних типовых серий с конструктивными схемами, например, имеющими широкий шаг несущих поперечных стен.

Данные выводы были получены при стабильной экономике страны, плановом строительстве и реконструкции жилья, его бесплатном предоставлении трудящимся и т.п. Важно также, что на принимаемые решения влияла концепция о долговечности полносборных домов, которая до сих пор неоднозначна в оценках специалистов (из-за отсутствия завершенного опыта эксплуатации таких зданий). Нормы



тивная (как прогнозируемая) долговечность крупнопанельных домов первого поколения предполагалась соответствующей III классу (не менее 20 лет), второго поколения как конструктивно более совершенных – II классу (не менее 50 лет). Это, естественно, свидетельствовало не в пользу реконструкции.

Снос или реконструкция «пятиэтажек» относится примерно к 20% жилищного фонда страны, что представляет проблему еще более актуальной в новых социально-экономических и материально-технических условиях. В изменившейся ситуации (перехода к рыночной экономике, отсутствия бюджетного финансирования на массовое строительство жилья и его реконструкцию, приватизации жилого фонда, введение цены на землю и т.п.) предыдущих лет возможны альтернативные выводы.

Предложенные в 80-х годах и позже разнообразные предложения по усилению, реконструкции и модернизации относятся к различным типовым сериям полносборных домов, но они конструктивно несовершенны. Поиск аналогов по патентному фонду позволил заключить, что патентоспособные решения по «пятиэтажкам» практически отсутствуют. Это дало мотивацию для разработки научно-конструкторской концепции с рядом новых АКТ-решений, отвечающих большому диапазону конъюнктурных условий. Определяющее значение при разработке АКТ-решений по «пятиэтажкам» имели выявленные особенности этих домов относительно традиционных (см. раздел 5.4).

Представляется также целесообразным для верификации научной достоверности методологии ИСС решение комплексной задачи (в совокупности технических решений различного назначения) как проблемы **усовершенствования структурных частей зданий и сооружений, их конструкций** (см., в частности, разделы 5.2, 5.4).

Наконец, весьма показательным для верификации методологии проектирования ИСС имеет решение проблемы **расширения области применения конструкции межвидового каркаса с.1.020-1/87**, предназначенного для многоэтажных общественных зданий, производственных и вспомогательных зданий промышленных предприятий. Этот каркас является результатом многоэтапного развития типового проектирования полносборного строительства советского периода, а типовая серия – упрощенной номенклатурой (или версией) Единого каталога для жилищно-гражданского строительства. Решение данной проблемы обеспечит возможность применения межвидового каркаса в жилищном строительстве (см. раздел 5.3).

## **Выводы по главе**

### **1. Научно-теоретические основы типового архитектурно-строительного проектирования и**

конструирования, включающие понятия взаимозаменяемости сборных изделий и модуля в объеме стандартной МКРС, отстает от потребностей практики строительства. Основы, не сформировавшиеся соответственно в теории заменяемости и модульности, снижают эффективность решения двуединой научно-технической проблемы по устранению однообразия ИСС при снижении номенклатуры изделий.

2. Имеющиеся у проектировщиков и производителей (архитекторов, инженеров, технологов) пути и средства повышения разнообразия ИСС и уменьшения номенклатуры сборных изделий в общем для них процессе создания зданий и сооружений не взаимосвязаны методологически. Общепринятые категории и понятия являются односторонними и устаревшими, сдерживающими дальнейшее разрешение этой проблемы сборного направления индустриализированного строительства.

3. Характерная профессиональная обособленность (организационно-функциональная, научно-методическая, социально-психологическая и др.) строительства и архитектуры как двух смежных полусфер деятельности в одной области науки и техники требует единой методологии типового и нетипового проектирования, выражающей общность архитектурной формы и инженерного содержания в их технологической взаимосвязи.

4. Ставшее каноническим понятие взаимозаменяемости неадекватно отражает практику проектирования, промышленного производства и монтажа сборных зданий и сооружений. Оно механистично и потому неадекватно реальному и эвентуальному проектированию, производству и применению в строительстве. Методы типизации и унификации изделий, рассматриваемых в качестве модулей, в целом, глубже и шире в других областях техники, а в отдельных аспектах разнообразнее в области строительства в зарубежной науке и практике промышленно развитых стран.

5. Теоретические положения геометрической модульной системы, обеспечивают основы проектирования лишь архитектурных конструкций и реализуются соответственно в формообразовании зданий, сооружений. Подобная модульная система по «содержанию» строительных конструкций, соответствующая инженерно-строительному проектированию (по нагрузкам и воздействиям, несущей способности), отсутствует или недостаточна, имея при этом необходимые предпосылки по унификации и типизации (расчетные данные, методы расчетов и др.). Это является противоречием между основами типового архитектурного проектирования (как ведущей составляющей) и проектирования строительных конструкций (как обеспечивающей составляющей).

щей) с практикой технологии промышленного производства (имеющей приоритетную роль) сборных и других зданий и сооружений.

6. Нормативно-стандартные основы типового АКТ-проектирования не базируются на системном подходе, в результате чего отсутствуют начальные положения о первоисточнике одно- и разнообразия архитектурно-строительных элементов, зданий и сооружений как исс, и их типологии. Этим сдерживается разработка более эффективных методов обеспечения разнообразия сборных и других зданий и сооружений и снижения номенклатуры изделий для них, а также искажается объективная оценка для применения альтернативных направлений строительства во взаимосвязи со сборным направлением или без него.

7. Очевидна необходимость проведения логико-методологической экспликации (т.е. иного, развернутого толкования с заменой устаревших научных понятий новыми) общепринятых основ проектирования для разработки адекватных практике научных теорий. Исследование имеет два определяющих аспекта: развитие понятия взаимозаменяемости (свойства, методов, принципа) и положений о геометрической модульной координации (свойства, методов, принципа). Предпосылки (теоретические, проектные и конструкторские, а также методологические) для этого подготовлены предыдущими периодами развития типового проектирования и массового индустриализированного строительства. При отсутствии администрирования в науке появилась возможность увеличения многообразия зданий и сооружений в различных направлениях строительства, каждое из которых может иметь целесообразную область применения и объемы производства.

8. Формирование методологии ИСС последовательно вытекает из действующих нормативно-стандартных основ архитектурного проектирования, проектирования строительных конструкций и методов технологии производства зданий и сооружений путем логико-методологической экспликации именно сборного строительства как наиболее высокоразвитого (в прошедшем историческом периоде) промышленного серийного производства и массового строительства во всех отраслях народного хозяйства [В.39].

## 2. ЗАМЕНЯЕМОСТЬ СБОРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И СИСТЕМ

---

### 2.1. Взаимозаменяемость и первоисточник различий

В проведенном анализе развития типового проектирования и формирования его теоретических основ отметим последовательность выявления первичного объекта типизации в индустриализированном строительстве, подобную гносеологическому (познавательному) поиску «начала» разнообразия ИСС. Это необходимо для выявления логических оснований, формирующих методологическую экспликацию терминологии, согласно которым описывается разнообразие этих ИСС.

С выходом на первичный объект типизации – сборное изделие промышленного производства – была создана окончательная предпосылка для проведения экспликации (т.е. раскрытия в ином толковании) нормативно-стандартных основ типового проектирования. Однако эта предпосылка в ряде существенных своих положений осталась неадекватной развивающейся практике. Здесь кстати отметить вывод Полянского А.Т. о том, что «необходимо развивать науку именно о стандартной детали, доводя ее до совершенства; добиться этого – значит найти ключ к проблеме» [153, с.11].

В типовом проектировании сборных зданий и сооружений номинально руководствуются понятием «взаимозаменяемость», соотносящимся со сборными унифицированными типовыми изделиями. Это понятие, как показал анализ (см. раздел 1.2), взаимосвязано с обеспечением многообразия (одно- и разнообразия) зданий, сооружений и состава номенклатуры сборных изделий. Однако во многих изданиях по основам проектирования архитектурных конструкций понятие взаимозаменяемости сборных элементов отсутствует.

Многообразие сборных зданий рассматривается, например, как результат типизации и унификации [15, сс.10—22], при этом последние являются способами его ликвидации [15, сс.22—25]. Оно обеспечивается конструктивно-композиционными методами [16, сс.13—18; 42, сс. 8—10], «закрытой» (видовой и др.) и «открытой» (межвидовой и др.) унификацией [42, с.21], поисками путей типизации [19, сс.62—71], сведением к минимуму количества типов и типоразмеров [21, с.15], комбинаторикой и архитектурной формообразованием [35] и др.

Применяемое же понятие взаимозаменяемости трактуется по-разному. Например, Осипов Л.Г., Сербинович П.П. и Красенский В.Е. определяют взаимозаменяемость как возможную только в том случае, если размеры деталей согласованы с унифицированными параметрами ОПЭ этажей, помещений и др. Доборные элементы представляют как исключение из правил ЕМС. За счет унификации в зависимости от конкретных условий одно решение может быть заменено другим без изменения основных параметров проектов [142, сс.69—74].

Такое представление основано на зависимости свойства взаимозаменяемости от унификации в ЕМС. Однако здесь понятие взаимозаменяемости подменено средством ее обеспечения (унификацией) и возможным результатом применения сборных элементов (без изменения проектов).

Орловский Б.Я., Магай А.А., Бабаян Г.А. и Сербинович П.П. представляют взаимозаменяемость конструкций и других строительных изделий, выполненных из различных материалов, как возможность использования их в различных типах зданий. Размеры этих конструкций и изделий назначают с учетом типизации и унификации [например, 12, сс.51—53].

Дополнением здесь является расширение объектов замены (конструкций и изделий), а также указание на используемые для них материалы (различные). Однако данное определение не учитывает многих других существенных признаков и, в числе которых главные – технологические, связанные с промышленным серийным производством конструкций и других изделий. Причисление же к взаимозаменяемости их как выполненных из различных материалов является избыточным признаком в определении и противоречит его энциклопедическому содержанию, поскольку при этом изменяются свойства конструкций и других изделий [см. также 17, с.30].

Буга П.Г. определяет взаимозаменяемость как возможность замены одного изделия другим без изменения параметров здания, а при появлении изменений считает это универсальностью [39, с.15].

Данное определение недостаточно по ряду признаков, что приводит к неверному его применению. Приведен пример, когда одну плиту шириной 3 м, якобы, эквивалентно заменяют двумя плитами шириной по 1,5 м. Однако такая замена, сохраняя общий размер ширины 3 м, дает другие неэквивалентные параметры, характеризующие здания иначе. Они будут отличаться технико-экономическими показателями, составом номенклатуры изделий, уровнем сборности, трудоемкостью, временем монтажа здания, расходом материалов на заделку швов и т.д. То есть, подобная замена противоречит определению по признаку «без изменения параметров» здания.

Рассматриваемое определение приведено в противопоставлении с понятием универсальности, согласно которому понимается возможность применения одного и того же типоразмера для различных типов зданий, конструктивных схем и т.д. [39, с.15]. По-видимому, предполагается, что понятием универсальности охватывается все остальное многообразие, не подпадающее под понятие взаимозаменяемости.

Подобное представление получило распространение. Так, Казбек-Казиев З.А., Беспалов В.В., Дыховичный Ю.А. и другие определяют взаимозаменяемость как замену отдельного изделия другими изделиями (или несколькими другими) без изменения параметров зданий. Приводится такой же пример с заменой плит. Под универсальностью понимают, кроме того, применение одних и тех же изделий или деталей для зданий различных видов и назначения, например, производственных и гражданских [20, сс.18—23]. Такие определения даны также и в контексте описания МКРС по СТ СЭВ 1001-78 [20, с.19].

Тем не менее, разделение возможности замены сборных изделий на два «составляющих» понятия – взаимозаменяемость и универсальность – является первым теоретическим «прорывом» в вековом неизменном определении взаимозаменяемости, принадлежащим Хазанову Д.Б. [246]. Однако об изделиях, обладающих возможно большей универсальностью применения в результате типизации строительных конструкций, писали ранее Стрелецкий Н.С. и Захаров В.А. [223].

Новая концепция является результатом более адекватного практике проектирования отражения «пересекающихся» этапов типизации – межвидовой, межотраслевой, сквозной, многоуровневой и других, которые привели к разработке соответствующих «сложных» каталогов сборных изделий. До этого определение взаимозаменяемости в строительстве было общетехническим, которым Хазанов Д.Б. не руководствовался [241—245].

Развивая принятую концепцию о взаимозаменяемости и универсальности сборных изделий, Хазанов Д.Б. усложняет последнее понятие разделением его на «более полную универсальность» для многих отраслей и «ограниченную» для нескольких видов зданий [251]. Однако с таким дополнительным разделением в понятиях взаимозаменяемости и универсальности усиливается неопределенность распределения этих свойств по отраслям строительства и видам зданий.

Отраслевой подход имеет место также в типологии зданий и сооружений на ее верхнем уровне родовидового деления признаков. В данном случае отрасль, тип и вид здания, сооружения являются неприемлемыми в качестве логического основания деления рассматриваемого объекта систематизации. Универсальность как термин характеризует не свойство изделий, а объем их функциональных возможностей.

Применительно к областям использования (от отдельного вида здания до разных подотраслей и отрасли строительства в целом) изделия характеризуются многоцелевым назначением и (или) многофункциональным применением одних и тех же изделий.

Сопоставляя термины «взаимозаменяемость» и «универсальность», согласно диалектическому методу находим им противоположные пары и приходим к заключению, что понятия «взаимозаменяемость» и «специализация» – аутентичны (т.е. одинаково подлинно толкуемые), что, разумеется, не так. Поскольку пара «специализация»–«универсальность» характеризует крайние позиции диапазона функциональных возможностей изделий, а для понятия «взаимозаменяемость» отсутствует параллельно противоположное понятие. Тогда пара «взаимозаменяемость»–«имярек» должны аналогично характеризовать противоположные свойства изделий в отношении их замены.

Позднее ошибочно уточняется, что взаимозаменяемость и универсальность зависят от конструктивных особенностей сборных изделий, например, плиты ребристая и многопустотная: ребристая ограничивает взаимозаменяемость, поскольку она не может использоваться для жилых зданий [251].

Однако можно утверждать и обратное, что ребристые плиты расширяют взаимозаменяемость, т.к. они применяются во всех отраслях промышленного строительства, а также дополнительно в сельскохозяйственном строительстве. Так же можно отнести и к плите многопустотной, т.е. разные плиты изменяют качества перекрытий (как в примере выше – с размерами). Однако в объеме и содержании определений взаимозаменяемости и универсальности при этом существенно ничего не изменяется. Поэтому подобные конструктивные особенности сборных изделий также не могут быть взяты в качестве основания логического деления.

Принимая за основание определения «отраслевой» признак, взаимозаменяемость и универсальность соотносятся, например, со сквозной (по отраслям и др.) унификацией и типизацией. Но противоречия, которые вытекают при этом, являются непреодолимыми. В основах типового проектирования отраслевой подход методологически не содержит признаков природы изделий промышленного серийного производства. Области применения изделий и объем выполняемых функций являются следствием свойств этих изделий.

Со временем Хазановым Д.Б. было сделано другое существенное дополнение в содержание понятий взаимозаменяемости и универсальности. Они стали характеризовать в сборных изделиях не только геометрические параметры, но и расчетные нагрузки на несущие конструкции, теплотехнические, акустические и другие параметры эле-

ментов ограждений, а также особенности соприкасающихся поверхностей и порядок расположения закладных деталей [246, с.7]. Эти положения согласуются с положениями характеристики типа и типоразмера, приведенными ранее Стрелецким Н.С. и Захаровым В.В. [223].

В дальнейшем Хазанов Д.Б. отмечает (в контексте взаимозаменяемости), что новой ступенью типизации благодаря единой номенклатуре не является использование одного изделия каждого типоразмера для зданий различного назначения [251, сс.6—9].

Это неверно, поскольку многоцелевое использование сборных изделий благодаря методам типизации и унификации является признаком единой номенклатуры и условием ее образования. Таким образом, причина, обеспечивающая многоцелевое назначение и многофункциональное использование сборных изделий, осталась невыясненной.

Авиром Л.С. определяет взаимозаменяемость элементов и узлов как их свойство занимать при сборке проектное положение *«без подгонки или доработки по месту»* [4, с.75]. Это свойство является атрибутивным (неотъемлемым от объекта) признаком сборных изделий, относящимся к технологии их производства и монтажа зданий и сооружений.

Шеренцис А.А. считает, что предметом замены являются конструктивные типы, как отдельных частей зданий, так и различных конструкций, элементов из разных материалов, а это, в свою очередь, вызывает необходимость замены конструктивной схемы. Геометрической основой взаимозаменяемости служит унификация ОПЭ посредством ЕМС [269, с.91]. Здесь существенно то, что замена рассматривается, не только предметно (изделий), но и принципиально (проектных решений). Однако это – тоже не свойство, а одно из его следствий – область применения.

С выходом типового проектирования на единые каталоги Фрадин М. для характеристики изделий использует понятие «максимальной» взаимозаменяемости [240] в концепции конструктивных взаимозаменяемых «ситуаций», т.е. узлов сопряжения изделий. Такое дополнение не конкретно, т.к. дальнейшее развитие каталогов приведет к «еще более» максимальной взаимозаменяемости. Концепция же о конструктивных «ситуациях» для обеспечения взаимозаменяемости является необходимым положением в содержании признаков сопрягаемых поверхностей (или типов стыков) сборных конструкций, что отмечалось ранее.

Анализируя Единый каталог (для Москвы), Дюбек Л.К. отмечает, что унификацию узлов обеспечивает не только взаимозаменяемость, но и совместное применение изделий каталога. Это достигается взаимной унификацией проектов с исключением дублирующих деталей.



Принцип же взаимозаменяемости, позволяющий организовать производство на основе специализации и кооперации поточных линий и заводов, не получил развития. В итоге в Москве за 7 лет количество марок увеличилось с 1700 до 3350. Новые проекты порождали новые изделия, но их многочисленность не приводила к существенному разнообразию жилых зданий. Единый каталог планомерно пополняется из-за открытой системы типизации [73].

Однако открытая типизация – это характеристика метода, а взаимозаменяемость – свойство изделия, поэтому первое не может заменить второе. Если происходит (или не происходит) изменение в разнообразии зданий и сооружений с появлением метода, то должно быть (или не быть) соответствующее изменение в свойстве изделий и их взаимодействии.

Таким образом, в типовом проектировании и строительстве при разрешении проблемы «однообразия и многономенклатурности» не удалось выявить истинную причину взаимосвязи составляющих этой проблемы.

В машиностроении, как показал анализ справочных и других изданий, взаимозаменяемость является основным свойством совокупности изделий, входящим в число свойств, определяющих качество продукции.

Так, Дунин-Барковский И.В. дает определение качества продукции в определении его стандартом как пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением [69, с.9]. Взаимозаменяемость характеризует эксплуатационные показатели однотипных изделий путем установления допустимых отклонений на функциональные параметры (по-видимому, любые, значимые для потребителя). Свойство отдельного изделия включает такие качества, как: точность, долговечность, надежность. При потребительских качествах серийной промышленной продукции каждый экземпляр серии должен быть равноценен любому другому. Поэтому взаимозаменяемость и однородность характеризуют свойства совокупности изделий [69, с.8].

Данные стандартизированные положения могут быть отнесены также и к отрасли строительства в отношении сборных (и других) изделий.

Горчаков Г.И. и Мурадов Э.Г. отмечают, что в стандартизации взаимозаменяемость заключается в том, что любое из данной партии однотипное изделие может быть смонтировано в здании без дополнительной обработки и подгонки независимо от того, на каком предприятии строительной индустрии это изделие было изготовлено. Взаимозаменяемость – одно из основных условий индустриального монтажа

конструкций и высокого качества сборного строительства [58, с.32].

Приведенные сведения комментируют существенный признак взаимозаменяемости, приведенный Авиромом Л.С «без подгонки по месту» «дополнительной обработкой», что по сути одно и то же. Но, при этом понятие взаимозаменяемости дополняется новым атрибутивным признаком – «*независимым изготовлением* на разных предприятиях». Остальное является возможными следствиями применения взаимозаменяемости, т. е. общими положениями, из которых не следует рекомендаций по решению проблемы «однообразия и многономенклатурности».

В издании Сычова В.И., Шкинева А.Н., Говоровского Б.Я. и других по техническому нормированию и стандартизации в строительстве о взаимозаменяемости вообще не упоминается [231], что является существенным упущением издания данного научно-технического направления.

Необходимым условием реализации взаимозаменяемости является «*сборность*» строительных изделий как важнейшее их конструктивное свойство, а полносборность зданий и сооружений предполагает множественность используемых сборных изделий, обладающих определенными проектными характеристиками, которые реализуются при их изготовлении в *заводских* условиях именно нормированием и стандартизацией. Унификация и типизация как методы стандартизации в архитектурно-строительном (включая технологию и организацию) проектировании являются при этом научно-методическими средствами, которые обеспечивают эффективность серийного производства сборных изделий. В этом отношении взаимозаменяемость – важнейшее конструктивное *следствие* стандартизации изделий, являющееся здесь частью теоретических основ типового проектирования как объекта научного исследования.

По общетехническому определению [148, с.75; 149, с.78] применительно к строительству взаимозаменяемость – свойство *одних и тех же* независимо изготовленных сборных элементов (изделий) и их соединений между собой, позволяющее устанавливать их в процессе монтажа (сборки или замены) на другие *такие же самые* без предварительной подгонки или доработки, *сохраняя* все требования, предъявляемые к работе сборных систем из них, т.е. комплексных конструкций, структурных частей зданий и сооружений, последних в целом и строительных комплексов. Основа взаимозаменяемости – рациональная система допусков размеров и других параметров изделий, учитываемых при проектировании, производстве и монтаже.

Взаимозаменяемость может быть *полной* (для всех сборных изделий) и неполной или *частичной* (при разделении изделий на партии,

например, по сопрягаемым размерам и любым другим параметрам); *внешней* (для конструкций, структурных частей, составляющих здания и сооружения) и *внутренней* (для конструкций, структурных частей, состоящих из элементов) [148, с.75].

В широком смысле под взаимозаменяемостью понимают также принцип и методы обеспечения заданных эксплуатационных показателей однотипных изделий. В строительстве и архитектуре взаимозаменяемость является результатом использования методов стандартизации – унификации и типизации – на основе стандартной МКРС согласно СТ СЭВ 1001-78, т.е. в основе взаимозаменяемости строительных изделий лежит (только) геометрическое начало.

Руководство принципом (а также методами, свойством) взаимозаменяемости в его энциклопедическом определении формально, как бы, соответствует возможности возведения однотипных зданий, заданного функционально-технологического назначения, определенной объемно-планировочной схемы, для конкретного строительного-климатического района и т.д. Однако реально множества одних и тех же сборных изделий при их монтаже без изменения каких-либо свойств используются для образования зданий и сооружений, отличающихся между собой перчисленными и другими качествами и возможностями использования.

Следовательно, имеет место несоответствие между практикой архитектурно-строительного проектирования, с одной стороны, и определением взаимозаменяемости как принципа, методов и свойства сборных изделий, с другой. Выявление причины расхождения представляется возможным при условии принятия верной *первоосновы* и *первопричины* образования тождеств и различий и, следовательно, одно- и разнообразия зданий и сооружений, т.е. необходима адекватная практике гипотеза о гносеологическом *первоисточнике* многообразия сборных и других ИСС.

Ранее (см. раздел 1.2) были рассмотрены известные теоретические положения, в своем контексте стремящиеся выявить причину многообразия сборных архитектурных и строительных конструкций, зданий и сооружений. Как было показано, этот вопрос остался открытым, поскольку теоретические положения вариантного проектирования, комбинаторики и архитектоники, а также нормативно-стандартные основы архитектурного проектирования не отвечают на вопрос, чем собственно обеспечивается и за счет чего фактически происходит многообразие.

В основе многообразия должно быть заложено первичное начало, выявление которого составит предпосылку для радикального решения проблемы «однообразия и многономенклатурности» (и решения на ее

основе частных научно-теоретических, инженерно-технических и народно-хозяйственных проблем).

Изложенная ниже концепция о первоисточнике многообразия ИСС из сборных элементов исходит не из общепринятых основ проектирования, но включает в себя действующие теории и методы, не разрушая их, а объясняя иначе и систематизируя по иным логическим основаниям деления.

Под качеством изделий как промышленной продукции согласно стандартному определению понимается совокупность свойств, обуславливающих пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с их назначением. При стандартизации в строительстве изделия рассматриваются как объект типового проектирования, заводского изготовления, *монтажа* зданий и сооружений (вот, в частности, влияние господствующего сборного направления в строительстве!), а затем эксплуатации последних. Добавим также стадии: ремонта, реконструкции, демонтажа (сноса) зданий и сооружений, а также утилизации строительных изделий и материалов. Каждый тип изделия (объект стандартизации) рассматривается во взаимосвязи с другими типами изделий, в сочетании с которыми он может использоваться при строительстве и на других стадиях. Комплексное рассмотрение изделий позволяет выявить номенклатуру однородных показателей качества и согласовывать разнородные требования [252, с.14].

В *методологической экспликации* основ архитектурно-строительного проектирования сборные изделия серийного производства рассматриваем с позиции присущности им определенных совокупностей архитектурно-конструктивных, конструктивно-технологических и других свойств (художественных, инженерных, функциональных, технологических, технико-экономических и других) для применимости их в зданиях и сооружениях, равно, как и самих зданий и сооружений с этой же позиции. Под качеством здесь будем понимать существенную определенность изделия (для строительства и других стадий), в силу которого оно является данным изделием (типом, типоразмером, маркой) и отличается от других. Качество при этом не сводится к отдельным свойствам, но предполагается их определенность и полная, предусматриваемая проектом, совокупность. Оно характеризует изделие в целом и в частях, а также во взаимодействии с такими же (однородными) и другими (неоднородными) изделиями, что неотделимо от него.

В общей трактовке качества изделия стандартное качество – лишь его основная (проектная) совокупность свойств, но не вся. Кроме качества изделия равно рассматривается его количественная сторона как определенность, выраженная величиной, числом, объемом, темпом протекающих процессов (например, старения конструкции), степени

развития (например, совершенства конструкции) и т.д., в чем бы она ни заключалась. Количество в изделии характеризуется любыми числовыми данными, которыми располагают современные научные дисциплины в области строительства: материаловедение, строительная механика, технология и др.

Таким образом, в данном частном целом (качества и количества) сборное, штучное и другое строительное изделие характеризуется *качественно-количественным составом* [согласно 239, с.193] в прикладной к строительству интерпретации и в аспекте основной исследуемой научно-технической проблемы. Так, качественным свойством является несущая способность строительной конструкции (однако содержащая количественную определенность); конкретное значение ее несущей способности есть количественная характеристика (однако содержащая качественную определенность); унифицированные значения несущей способности содержат качественное свойство (здесь: унифицированные) и количественные данные (конкретные значения) и т.д. Значит, качественная и количественная стороны изделия взаимообусловлены вплоть до сходимости противоположностей, например, модульная несущая способность характеризуется модулем как качеством и количеством изделия одновременно и т.д.

Одновременно сборное (и другие) изделия характеризуется содержанием и формой. Содержание здесь – определенным образом упорядоченная совокупность свойств (несущая способность, трещиностойкость, долговечность и др.; вид и состав материала; теплотехнические, светотехнические и другие свойства и т.д.), образующая изделие и характеризующая его взаимодействие (по расчетным или габаритным схемам, по приложению нагрузок и воздействиям и т.д.). Форма здесь – способ существования и выражения содержания, его различных преобразований, а также характеристика внешней и внутренней организации содержания и, в частности, структуры как необходимого компонента содержания изделия.

Геометрическая фигура – одна из важнейших характеристик для реализации формы изделия, но лишь частный способ его организации. Например, строительная конструкция по содержанию несущая или ограждающая; несущая способность по форме выражена в виде унифицированных рядов; по содержанию – в виде величин. Во взаимодействии содержание и форма также могут сходиться как свои противоположности. Так, модульная несущая способность конструкции по форме выражена в модульных символах и по содержанию – в модульных значениях этих символов.

Таким образом, в данном частном целом (содержания и формы) сборное, штучное и другое строительное изделие характеризуется еди-

ным *формо-содержательным выражением* [239, с.434] также в прикладной к строительству интерпретации и в аспекте основной исследуемой научно-технической проблемы.

Итак, оба частных целые – *качественно-количественный состав* и *формо-содержательное выражение* применительно к строительным изделиям промышленного производства наиболее общим образом определяют, описывают и объясняют их состояние и развитие. Диалектический метод исследования позволяет также получить соответствующие практике научно обоснованные определения, в частности, типизации и унификации, индустриализированного строительства, одно- и разнообразия, сборности, штучности, монолитности и др. [см. Приложение А].

В системном подходе принято использовать понятия элемента (вместо конструкции, изделия, детали) и системы (вместо зданий и сооружений, их структурных частей, габаритных или конструктивных схем и др.), иногда – структуры (как части системы, являющиеся подсистемами) и комплекса (нескольких систем или макросистем).

Тогда, принимая наиболее общее описание элементов и систем, *первоосновой многообразия*  $ПО_{MH}$  сборных (и других) индустриализированных строительных систем (первой составляющей первоисточника) являются определенный качественно-количественный состав  $KKC$  и формо-содержательное выражение  $\Phi CB$  свойств сборных (и других) элементов, практически учитываемых при проектировании во всех конкретных оценках (характеристиках, показателях и т.д.), которые обеспечивают функционирование  $F$  систем и удовлетворение требуемых технических условий  $TU$ . В логико-семантическом описании это можно записать в таком виде:

$$ПО_{MH} = F(KKC \cup \Phi CB)|_{TU} \quad (2.1.1)$$

Многообразие целого как системы (составных строительных конструкций, структурных частей зданий и сооружений, их самих, комплексов из них) состоит в обязательном наличии в его материально-вещественных частях определенных качественно-количественных и формо-содержательных проявлений элементов системы. Это, собственно, и принимается за главную составляющую первоисточника происхождения этого разнообразия (и/или однообразия) [В.26].

Гносеологическим объяснением принятой первоосновы многообразия сборных и других ИСС служит *элементаризм* как концепция, согласно которой все различия предметов происходят от различий в сочетаниях материальных элементов, образующих эти предметы. Комбинаторика как средство образования разных систем здесь также имеет

место (в сочетаниях элементов, подсистем и т.д.). Однако собственно многообразие предметов, как целого, происходит от различий качества и количества, формы и содержания материально-вещественных компонентов элементов, как частей этого целого, в конкретных разновидностях реализации.

Элементаризм используется здесь и далее как метод научного исследования, например, в теоретической модели развития ИСС из одинаковых и различных элементов (см. раздел 2.4), а также как один из методов конструирования, например, для образования составных строительных конструкций из множества отдельных элементов (см. разделы 5.1, 5.2 и др.).

Принятая исходная концепция одновременно необходима в методологической экспликации нормативно-стандартных основ для интеграции архитектурного проектирования и проектирования строительных конструкций, зданий и сооружений с технологией и организацией их производства. В ней, наряду с художественно-функциональной, инженерно-строительной и строительно-технологической сторонами объектов проектирования, дополнительно выходит на передний план архитектурно-строительное материаловедение (как научная дисциплина), а также присутствует ведущий конструктивно-структурный фактор (имеющий место в методе вариантного проектирования и в методе комбинаторики и архитектоники).

Однако при рассмотрении ИСС *в развитии* как исторически длительном процессе решения противоречивой проблемы «однообразия систем и многономенклатурности элементов» концепции элементаризма в качестве методологической подосновы недостаточно. Она должна приниматься совместно с диалектическим методом.

В частности, дополнительно к материально-вещественному фактору в концепции первоосновы многообразия сборных и других ИСС требуется, например, учет фактора времени в его конкретно-технической интерпретации (через степень долговечности систем, предел огнестойкости элементов и т.д.) и фактора пространства (через МКРС элементов в системах, геодезическую привязку систем в комплексах и т.д.). Необходимо также соотнесение теоретических и методических положений экспликации основ АКТ-проектирования с законами и категориями диалектического метода.

Определение первоосновы многообразия систем в архитектурно-строительном проектировании приводит к радикальным изменениям в объеме и содержании общепринятых понятий, а также в их смысле и значении. В связи с этим, одной из теоретико-методологических задач является последовательное по мере необходимости уточнение понятийно-терминологического состава основ типового (и нетипового:

экспериментального, индивидуального, «именного») проектирования зданий и сооружений.

Так, *сборная индустриализированная строительная система ИСС<sub>СБ</sub>* в предложенной концепции первоосновы ее многообразия – это множество сборных элементов  $\{\mathcal{E}C_{nm}\}$ , находящихся между собой в заданных (проектных, эксплуатационных и т.п.) качественном и количественном отношениях и во взаимосвязи их формы и содержания  $KKC \cup \Phi CB$ , образующих функционирующую  $F$  (в пространстве и времени) целостность, единство, т.е.

$$ИСС_{СБ} \Rightarrow F\{\mathcal{E}C_{nm}\}|_{KKC \cup \Phi CB}, \quad (2.1.2)$$

где  $n, m$  – качественная и количественная характеристика формы и содержания сборного элемента.

Необходимо отличать не только, как принято, материальные и идеальные, но также *реальные* и *виртуальные* (в том числе, *эвентуальные*) ИСС. Например, реальные – изготовленные конструкции, построенные здания и их рабочие чертежи, действующие каталоги и т.п.; виртуальные и, в частности, эвентуальные – задуманные технические решения, в частности, разрабатываемая номенклатура изделий, не внедренные изобретения. Такое дополнение к систематизации элементов и систем полнее охватывает различные пути и средства обеспечения многообразия элементов и систем.

В принятой концепции *элемент сборный архитектурно-строительный (конструктивный)*  $\mathcal{E}C_{nm}$  – неделимая, цельная по структуре, первичная и определенная по качественно-количественному составу и формо-содержательному выражению  $KKC \cup \Phi CB$  часть сборной системы, т.е. в выражении (2.1.2)

$$\mathcal{E}C_{nm}|_{KKC \cup \Phi CB} \quad (2.1.3)$$

Конструктивный элемент, следовательно, является «начальной» крайностью архитектурно-строительной системы; ее «конечной» крайностью могут быть: номенклатура изделий составной конструкции, здания конкретного назначения, комплекса зданий определенных видов или последних в какой-либо подотрасли и т.д. Это соответственно охватывает объемы и содержания понятий типизации и унификации, имевших место в типовом проектировании сборного строительства: объектной, внутриплощадочной, видовой, отраслевой и т.д.

Эвентуальной (т.е. возможной при соответствующих условиях) «конечной» крайностью являются логически вытекающие из данной посылки *Отраслевой единый каталог* (или *Каталог*) типовых зданий и



сооружений, их конструктивно-планировочных элементов и т.д. и соответствующая ему *Отраслевая единая номенклатура* (или *Номенклатура*) типовых изделий. Каталог и Номенклатура – две идеальные подсистемы, в своей общности, полностью удовлетворяющие изменяющиеся потребности в требуемом максимальном и целесообразном многообразии ИСС и минимальном, но достаточном составе изделий.

Интерпретация категорий качества и количества, а также формы и содержания в свойствах конструктивных элементов, методах и принципах проектирования ИСС является концептуальной первоосновой в методологическом объяснении, описании и практическом осуществлении многообразия зданий и сооружений из изделий промышленного производства и, следовательно, в разрешении проблемы «однообразия и многономенклатурности» (в отличие от концепций геометрической координации и взаимозаменяемости сборных изделий, метода вариантного проектирования, комбинаторики и архитектоники и др.).

Концепция качественно-количественного состава и формо-содержательного выражения элементов и систем распространяется на любые стороны объектов проектирования любой их сложности и назначения. Она также относится к (архитектурно-конструктивно-технологической – АКТ) *АКТ-мере* качества и количества, формы и содержания, а именно, к модулю и производным от него свойству, методам и принципу заменяемости в модульном выражении.

*Первопричиной многообразия  $ПП_{МН}$*  сборных архитектурно-строительных систем (вторая составляющая первоисточника) является взаимосвязь, взаимодействие *ВСД* сборных конструктивных элементов  $\mathcal{E}C_{nm}$  в принятом составе и выражении их свойств, т.е.

$$ПП_{МН} \Rightarrow ВСД|_{\mathcal{E}C_{nm}}, \quad (2.1.4)$$

где  $\mathcal{E}C_{nm}$  – соответствует выражению (2.1.3).

Первоисточник многообразия  $ПИ_{МН}$  сборных систем включает первооснову  $ПО_{МН}$  и первопричину  $ПП_{МН}$ , т.е.

$$ПИ_{МН} \Rightarrow ПО_{МН} \cup ПП_{МН}, \quad (2.1.5)$$

а, принимая во внимание выражения (2.1.1) и (2.1.4) получим, что

$$ПИ_{МН} \Rightarrow [ВСД|_{\mathcal{E}C_{nm}} \circ (ККС \cup \Phi СВ)|_{\mathcal{E}C_{nm}}]|_{ТУ}, \quad (2.1.6)$$

где  $\circ$  – знак композиции или преобразований,

ТУ – технические условия (в широком понимании, т.е. заранее заданные проектные свойства: эстетические, инженерные, эксплуатационные и др.)

Выражение (2.1.6) принципиально относится к любым архитектурно-строительным системам (не только к сборным).

\*\*\*

В данном разделе принято теоретическое направление решения научно-практической проблемы «однообразия и многономенклатурности» сборных и других ИСС [В.18].

Анализ понятия сборности и определения взаимозаменяемости позволил установить необходимость выявления и объяснения первоисточника (первоосновы и первопричины) многообразия сборных и других ИСС. Гипотеза, что первоосновой многообразия ИСС является качественно-количественный состав и формо-содержательное выражение АКТ-элементов, а первопричиной его – взаимосвязь, взаимодействие АКТ-элементов в ИСС принятого состава и выражения, в дальнейшем позволит развить другие необходимые положения методологии проектирования зданий и сооружений как ИСС.

Предложенная концепция первоисточника многообразия элементов и систем необходима, поскольку выдвигается на фоне теоретического застоя основ типового архитектурно-строительного проектирования. Исследование зданий и сооружений промышленного производства осуществляется системным подходом, т.е. как ИСС, поэтому связано с диалектическим методом, без которого методологическая экспликация этих основ невозможна. Основы типового проектирования, исходящие из предложенной гипотезы первоисточника многообразия ИСС могут быть средством получения новых АКТ-решений ИСС, а также верификации разрабатываемых положений и корректировки последних в процессе исследования.

Принятый первоисточник многообразия ИСС позволяет уточнить понятие взаимозаменяемости элементов и содержание геометрической модульной координации в ИСС и понятие последней (модульной координации). Становятся возможными: классификация факторов обеспечения многообразия по качественно-количественному составу и формо-содержательному выражению тождеств и различий сборных и других элементов и систем; систематизация модулей; выявление монистического (единого) начала известных и разработанных здесь методов проектирования и конструирования; обеспечение предпосылки для укрупненной методики расчета заменяемых строительных конструкций; образование новых АКТ-типов ИСС.

## **2.2. Содержание понятия взаимозаменяемости, аксиомы многообразия**

Нормативно-стандартные основы типового архитектурно-строительного проектирования характеризуются канонизацией фундаментального положения о взаимозаменяемости сборных элементов, которое понималось как их свойство, но является также методом и принципом АКТ-проектирования.

Сборным изделиям свойственны определенные расчетно-проектные характеристики. Исходя из положений МКРС, они имеют модульные номинальные размеры; фактические их размеры регламентируются допусками на отклонения конструктивных размеров с учетом градации номинальных размеров. Поэтому сборные изделия являются унифицированными, т.е. одинаковыми по собственным геометрическим параметрам, а также по параметрам их положения в здании и сооружении, определяемым монтажными допусками, а в целом – правилами привязки к модульным координационным осям согласно МКРС.

Сборные изделия являются также типовыми, т.е. с определенными конструктивными особенностями, геометрической формой, характером сопрягаемых участков, видом и характеристиками материалов и т.д. Все расчетно-проектные характеристики типовых изделий соответствуют нормированным параметрам качества согласно ГОСТ, СНИП, ТУ и др.

Следовательно, сборные изделия в качественном и количественном отношении, а также по форме и содержанию соответствуют требуемой кондиции, являясь стандартными, отвечающими ТУ серийного промышленного производства благодаря унификации и типизации (как методам стандартизации) и, собственно, стандартизации.

Свойства сборных строительных изделий промышленного (стационарного или мобильного) производства можно рассматривать как объективные, поскольку они имеют однозначное содержание в расчетно-проектных характеристиках с гарантированными их значениями в пределах регламентируемых допусков. Соответствие заданных свойств требуемым условиям (релевантность) имеет определяющее значение в типовом проектировании и массовом строительстве.

Всеобъемлющая стандартизация обеспечивает возможность замены одних изделий на другие такие же самые, что сообщает им свойство *взаимозаменяемости* как одно из их наиболее общих технических свойств. Практически это означает возможность безразличного выбора или замены любого экземпляра изделий одной партии для работы в одинаковых условиях и обеспечении сопряженности, целесообразности и допустимости (например, по предельной несущей способности и

т.д.). При этом имеет место предсказуемость получаемых результатов и прогнозируемость работы каждого элемента и ИСС в целом.

Достигнутым уровнем сборного направления индустриализированного строительства созданы необходимые предпосылки для широкой реализации и дальнейшего развития заменяемости вообще (как свойства, методов, принципа). Разработка *теории заменяемости* строительных изделий представляется неременным условием дальнейшего развития самого индустриализированного строительства, основная цель которого – серийное производство для массового строительства.

Из изложенного следует, что методология АКТ-проектирования конструкций, зданий и сооружений базируется на (*первой*) аксиоме: *одинаковые стандартные изделия обладают одинаковыми проектными качествами*. Она обусловлена всеобъемлющим охватом стандартизацией проектирования и производства сборных изделий, монтажа зданий и сооружений, используемых строительных материалов, применяемых устройств и методов контроля качества и испытаний промышленных изделий, их маркировки, транспортирования, хранения и др. В связи с этим, серийные изделия обладают конкретными проектными (по Стрелецкому Н.С. – «одинаковыми наперед заданными») свойствами, геометрические параметры которых находятся в пределах нормируемых допусков отклонений.

Регламентируются также количественные значения других качественных характеристик изделий (прочности и деформаций на различные виды нагрузок и воздействий, объемной массы, влажности, теплопроводности, водонепроницаемости, огнестойкости и т.д.). Несответствие серийного изделия требуемым показателям переводит изделия в разряд некондиционных, т.е. не обладающих одинаковыми заранее заданными качествами и, следовательно, не являющихся взаимозаменяемыми.

Пусть множество сборных элементов, т.е. номенклатура  $\{\mathcal{E}C_{nm}\}$  имеет подмножество элементов  $\{A_{nm}, B_{nm}, C_{nm}\}$  с соответствующими заранее заданными множествами свойств  $\{a_{nm}, b_{nm}, c_{nm}\}$ , где  $n$  – серийные партии элементов;  $m$  – обобщенная характеристики элементов, т.е.

$$\{\mathcal{E}C_{nm}\} \rightarrow \{A_{nm}, B_{nm}, C_{nm}\}, \quad (2.2.1)$$

где  $A_{nm} \rightarrow \{a_{nm}\}$ ;  $B_{nm} \rightarrow \{b_{nm}\}$ ;  $C_{nm} \rightarrow \{c_{nm}\}$ .

По аксиоме тождества (индекс  $T$ )

$$\{A_{nm}, B_{nm}, C_{nm}\}_T \rightarrow \{a_{nm}, b_{nm}, c_{nm}\}_T. \quad (2.2.2, a)$$

Согласно определению элементы односерийных партий одина-

ковы (внутри партий), т.е.

$$\{A_{nm}\}_T \Leftrightarrow \{A_{nm}\}_T, \{B_{nm}\}_T \Leftrightarrow \{B_{nm}\}_T, \{C_{nm}\}_T \Leftrightarrow \{C_{nm}\}_T, \quad (2.2.3,a)$$

т.к. в них  $\{a_{nm}\}_T = \{a_{nm}\}_T$ ;  $\{e_{nm}\}_T = \{e_{nm}\}_T$ ;  $\{c_{nm}\}_T = \{c_{nm}\}_T$ .

Выражение (2.2.3,a) – *аксиома тождества* элементов в ИСС.

Однако *тождество* в диалектическом методе отражает одну сторону из наиболее общих и двойственно противоположных технических свойств изделий – их взаимозаменяемость. Значит, существующее представление о заменяемости как о техническом явлении и атрибутивном свойстве, а также о методах и принципе проектирования не учитывает полно категории диалектики, а именно: противоположную категорию – *различие*. Понятие взаимозаменяемости, следовательно, не отражает и законов диалектики (развития, единства противоположностей и др.).

С введением в теорию заменяемости категории различия необходимо дать ей техническое соответствие. Оно состоит в *свойстве разнотипности*, существующем объективно в сборных изделиях. По определению разнотипности должна быть формально противоположной взаимозаменяемости по ее основаниям и соответствовать противоположной сущности в наиболее общих свойствах изделий, причем не только по их геометрической (согласно МКРС), но и по любой другой проектной характеристике (по ГОСТ, СНИП, ТУ и др.).

Введение понятия разнотипности устраняет механистичность в основах АКТ-проектирования и придает соответствие их реальной практике серийного производства сборных ИСС. Разрешается, тем самым, и научно-техническое противоречие, поскольку теперь в них отражаются объективно существующие и атрибутивно присущие наиболее общие и двойственно противоположные свойства: взаимотипность и разнотипность, находящиеся в единстве. Последнее выражается свойством *амбигуальности* или *заменяемости* вообще.

Таким образом, свойство заменяемости является по своему объему шире, а по содержанию сложнее общепринятого представления. Оно включает в иерархии составляющих (взаимотип-, разно-, амби-) последовательное отрицание низших уровней, т.е. содержит имманентную тенденцию развития, что важно, в частности, для обновления общепринятых понятий (см. Приложение А). В основах АКТ-проектирования, полно отражающих парные категории «тождества» и «различия», находят должное место и другие категории (форма и содержание, количество и качество и т.д.) и законы (всеобщей связи, развития и т.д.) в их АКТ-интерпретации.

Свойство разнотипности сборных изделий позволяет сформулировать на основе всеобъемлющей стандартизации промышленного производства противоположную (вторую) аксиому: *разные стандартные изделия обладают разными заранее заданными проектными качествами.*

Совместно с предыдущей аксиомой тождества появляется посылка, что номенклатуры типовых изделий (одинаковых и разных) позволяют образовывать одинаковые и разные ИСС в функциональном, конструктивном и в других отношениях. С одной стороны, это подтверждается практикой проектирования, а, с другой – создается академическое обоснование для новых путей и средств решения основной проблемы.

Пусть согласно выражению (2.2.1) номенклатура сборных элементов  $\{\mathcal{E}_{nm}\}$  имеет некую совокупность элементов  $\{A_{nm}, B_{nm}, C_{nm}\}$  с заранее заданными свойствами. По аксиоме различия (индекс –  $P$ )

$$\{A_{nm}, B_{nm}, C_{nm}\}_P \rightarrow \{a_{nm}, b_{nm}, c_{nm}\}_P. \quad (2.2.2,б)$$

По определению элементы разнотипных партий различны, т.е.

$$\{A_{nm}\}_P \Leftrightarrow \{\overline{B_{nm}}\}_P, \{B_{nm}\}_P \Leftrightarrow \{\overline{C_{nm}}\}_P, \{C_{nm}\}_P \Leftrightarrow \{\overline{A_{nm}}\}_P, \quad (2.2.3,б)$$

т.к. в них  $\{a_{nm}\}_P \neq \{b_{nm}\}_P, \{b_{nm}\}_P \neq \{c_{nm}\}_P, \{c_{nm}\}_P \neq \{a_{nm}\}_P$ .

Выражение (2.2.3,б) – запись *аксиомы различия* сборных элементов.

Противоположные тенденции развития сборных элементов в их тождествах и различиях, соответствующих частным свойствам взаимности и разнотипности, сосуществуют в общем свойстве амбизаменности и реализуются соответственно через одно- и разнообразие (многообразие) архитектурной, конструктивной, функциональной и других сторон в конкретных АКТ-решениях изделий одинаковых и разных серийных партий.

Действительно, по выражению (2.2.2,а) совокупность  $\{A_{nm}\}_T, \{B_{nm}\}_T, \{C_{nm}\}_T$  – множество разных односерийных партий с подмножествами одинаковых элементов в каждой из этих партий:

$$(\{A_{nm}(a_{nm})\}, \{B_{nm}(b_{nm})\}, \{C_{nm}(c_{nm})\}) \subset \{\mathcal{E}_{nm}\}_{P,T}, \quad (2.2.4,а)$$

а по выражению (2.2.2,б) отдельно  $\{A_{nm}\}_P, \{B_{nm}\}_P, \{C_{nm}\}_P$  – подмножества одинаковых односерийных партий с множеством различных элементов между этими партиями:

$$(\{A_{nm}(a_{nm})\}, \{B_{nm}(b_{nm})\}, \{C_{nm}(c_{nm})\}) \subset \{\mathcal{E}C_{nm}\}_{T,P}, \quad (2.2.4,6)$$

Значит, подмножествами элементов образуются тождества через различия и, наоборот, различия – через тождества:

$$\{\mathcal{E}C_{nm}\}_{P,T} = \{\mathcal{E}C_{nm}\}_{T,P} \Rightarrow \{\mathcal{E}C_{nm}\}_A, \quad (2.2.5)$$

где  $T, P$  – индексы, соответствуют элементам: тождественным, различным;

$A$  – то же, амбизаменяемости как единству тождеств и различий во множестве одинаковых и разных подмножеств элементов.

Различия в ИСС появляются при переходе от общих к частным, а от них к единичным и затем к особенным свойствам и их характеристикам элементов, т.е. не в тех случаях, когда  $a_{11} = a_{11}, a_{12} = a_{12}, \dots; \vartheta_{11} = \vartheta_{11}, \vartheta_{12} = \vartheta_{12}, \dots; c_{11} = c_{11}, \dots$ , а когда, например,  $a_{11} \neq a_{12}, a_{11} \neq a_{13}, \dots; \vartheta_{11} \neq \vartheta_{12}, \vartheta_{11} \neq \vartheta_{13}, \dots; c_{11} \neq c_{12}, c_{11} \neq c_{13}, \dots$ , или, например, при  $a_{21} \neq a_{11}, a_{21} \neq a_{12}, \dots; \vartheta_{21} \neq \vartheta_{11}, \vartheta_{21} \neq \vartheta_{12}, \dots; c_{21} \neq c_{11}, c_{21} \neq c_{12} \dots$  и других подобных неравенствах.

Увеличение различий в системах, как будет показано в дальнейшем, происходит преимущественно за счет разнотомной составляющей общего свойства заменяемости сборных элементов. Увеличение же разнообразия ИСС при уменьшении номенклатуры изделий детерминировано условием их совместимости, причем не только по геометрическим, но и по всем другим проектным свойствам и их характеристикам: конструктивным, функциональным, художественным и проч.

Совместимость различных изделий обеспечивает образование завершающих в архитектурном, конструктивном, функциональном и в других отношениях заранее заданных ИСС. АКТ-совместимостью взаимно- и разнотомных элементов разных партий в ИСС является стыкование  $CT$  (совместимость и т.п.) сопрягаемых поверхностей элементов. При этом происходит объединение их номенклатуры:

$$CT\{\mathcal{E}C_{nm}\}_B \equiv CT\{\mathcal{E}C_{nm}\}_P \Rightarrow \{\mathcal{E}C_{nm}\}_B \cup \{\mathcal{E}C_{nm}\}_P \Leftrightarrow \{\mathcal{E}C_{nm}\}_A. \quad (2.2.6)$$

Если фигуры  $\Phi_B, \Phi_P$  – стыкуемые поверхности сборных элементов, то условие их сопряженности:

$$\Phi|_{\{\mathcal{E}C_{nm}\}_B} = \Phi|_{\{\mathcal{E}C_{nm}\}_P} \Leftrightarrow \Phi|_{\{\mathcal{E}C_{nm}\}_A} \Big|_{\frac{1}{\infty}}, \quad (2.2.7)$$

т.е. сопрягаемые поверхности должны быть конгруэнтными с коэффи-

циентом подобия 1 (по форме, наличию закладных деталей и проч.).

Свойством разноразменяемости можно охватить разное количество различных изделий и, следовательно, ИСС. Отсюда следует объяснение этапам типизации, которые были (отраслевая, межвидовая и др.) и возможность прогнозирования формы и содержания будущих этапов. Разноразменяемость – не только свойство элементов, но и методы, а также принцип проектирования и конструирования различных (и одинаковых) ИСС [В.23].

\*\*\*

На основе известного положения об одинаковости типовых изделий сформулирована аксиома тождества, а диалектическим методом сформулирована аксиома различия таких изделий, что соответствует свойствам взаиморазменяемости, находящимся в единстве как свойство амбигуальности (заменяемости вообще). Этим снимается механистичность общетехнического понятия взаиморазменяемости в основах типового проектирования и раскрывается действительный сложный состав свойства заменяемости, соответствующий практике строительства.

### **2.3. Методологический анализ происхождения многообразия**

Содержание понятия разноразменяемости вытекает из изложенных выше положений. Дадим его определение по противоположности понятию взаиморазменяемости.

*Разноразменяемость* – свойство различных независимо изготовленных сборных элементов или их соединений между собой, позволяющее устанавливать элементы в процессе сборки или замены (при строительстве, реконструкции и др.) на другие *не такие же самые без предварительной подгонки или доработки, изменяя* совокупность требований, предъявляемых к работе сборных систем из них. Основа разноразменяемости – рациональная система различных (одно- и разнородных) параметров элементов и систем, в том числе, геометрических.

Аналогично взаиморазменяемости, но на более высоком уровне, разноразменяемость может быть внешней и внутренней, общей и групповой, полной и частичной.

*Внешняя* разноразменяемость обеспечивается, когда имеет место бесподгонная замена, собираемость только основных элементов в системы по узлам сопряжения; *внутренняя* – когда дополнительные элементы, входящие в состав основных элементов (структур или подси-



стем), характеризуются этим свойством.

Разнозаменяемость является *общей* для всех сборных изделий комплекта, номенклатуры, когда требуемые свойства обеспечиваются во всех элементах и системах; когда это присуще обусловленной части структур или подсистем (при разделении партий по совокупности параметров, а в пределах партий изделия используются уже без подбора), то разнозаменяемость является *групповой*.

Если разнозаменяемость относится ко всей заданной совокупности сборных элементов или систем и их характеристик, параметров, свойств (например, теплотехническим, габаритным, прочностным и др.), то она *полная*; при замене, охватывающей часть каких-либо элементов или систем и их свойств, параметров, характеристик (например, только габаритных), то разнозаменяемость – *частичная*.

Разнозаменяемость позволяет осуществлять более широкую (чем взаимозаменяемость) специализацию и кооперирование предприятий стройиндустрии, а также комбинирование (комплектование) из элементов составных конструкций, структурных частей, целых систем и комплексов из них. За счет этого возрастает повторяемость их использования и коэффициент унификации (см. раздел 5.5) в сборном строительстве.

Взаимозаменяемость в сборных зданиях достигается, в основном, точностью изготовления изделий (допусками) и положения их в здании (посадками), исходя из требуемого класса точности. Это обеспечивает, в свою очередь, независимое серийное изготовление изделий и их монтаж без подгонки или доработки. Допуски и посадки, таким образом, являются важнейшим условием взаимозаменяемости – возможности замены одних и тех же изделий (т.е. одного типа, равного типоразмера, из одинакового материала и т.д.) на такие же самые. Другие необходимые свойства, исходя из правил МКРС, взаимозаменяемостью не регламентируются, но подразумевается их одинаковость по ГОСТ, СНИП, ТУ и др.

Разнозаменяемость требует аналогичного соблюдения допусков и посадок, но с учетом разноразмерности и неоднородности совокупности разных изделий. Допуски и посадки изделий обеспечивают только сопряженность их в разных системах, что также необходимо, но недостаточно. Разнозаменяемость изделий предполагает больший диапазон «объема» унификации и типизации изделий и их стыкуемых частей, а также объемно-планировочного, архитектурно-конструктивного, функционального и другого единства замысла общего решения при объединении элементов разной номенклатуры для возведения комплексов изменяемых ИСС, сокращая тем самым, суммарную номенклатуру.

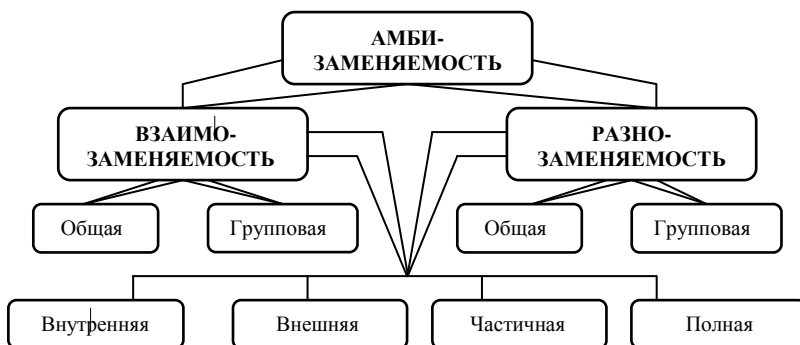
Необходимо различать *свойство, методы и принцип разнотипности*. Разнотипность как *свойство* распространяется на физико-технические качества сборных изделий: несущие, ограждающие, утепляющие, гидроизолирующие, огнезащитные и т.д. в отношении допусков на множества их разнотипных характеристик (несущей способности, термического сопротивления, долговечности, морозостойкости и др.). Это обусловлено разными сочетаниями, заменой и тому подобными комбинациями изделий, выполненных из материалов с различными свойствами, а также имеющих различные АКТ-отличия. Разнотипность предусматривает целенаправленное изменение, а не сохранение свойств элементов, а через них – свойств ИСС.

Аналогично изменяется содержание *методов* разнотипности, обеспечивающих сборным конструкциям, зданиям и сооружениям различия и, следовательно, разнообразие ИСС. Разработке методов разнотипности, а также их систематизации по формам и видам заменяемости сборных и других элементов (штучных, монолитных, комбинированных с учетом агрегатного и текстурного состояния материалов – газообразных, жидких, насыпных и т.п.) будет уделено особое место (см. разделы 4.2, 4.4) с приведением конкретных АКТ-решений (см. главу 5).

*Принцип* разнотипности (как руководящее начало) является более высоким уровнем АКТ-проектирования относительно принципа взаимозаменяемости, поскольку содержит последний как составную часть (в отношении допусков на размеры элементов, их посадок в системе и др.). Он дополнительно предполагает выполнение различных технических, эксплуатационных, эстетических и других требований к элементам и системам в пределах разнотипных допусков (не только геометрических). Поэтому большее разнообразие ИСС возможно на основе разнотипности. Для этого принцип должен распространяться на свойства совокупностей разнотипных изделий для реализации методов разнотипности с изделиями, обладающих свойством разнотипности [В.5].

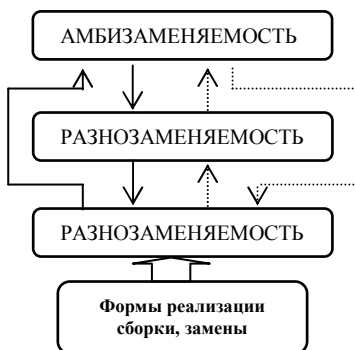
Из сравнительного анализа противоположных понятий взаимности и разнотипности по их определениям следует, что понятие «разнотипность» представляется особым относительно понятия «взаимность».

С одной стороны, совместно взаимности и разнотипности в формально-логическом плане являются понятиями, а также свойствами, методами и принципами одного видового порядка (объединяемые в понятие «амбизаменяемость»), поскольку отличаются формой характеристики однородного логического ряда (рис. 2.3.1).



**Рис. 2.3.1 – Систематизация форм заменяемости в их формально-логическом соподчинении по АКТ-признакам**

С другой стороны, в диалектико-логическом плане понятие, а также свойство, методы и принцип разнотамняемости имеют качественно более высокий уровень относительно свойства, методов и принципа взаимотамняемости, т.к. последние по своему содержанию – частные случаи первых (рис. 2.3.2).



**Рис. 2.3.2 – Диалектическая взаимосвязь форм заменяемости по принципу развития (от простого к сложному, от низшего к высшему и т.п.)**

Таким образом, свойства взаимотамняемости и разнотамняемости могут иметь то или иное соподчинение в зависимости от методологии отражения формы и содержания понятий. В данном сопоставлении они представляются последовательно усложняющимися, соответствующими все более высокому уровню (снизу вверх) или последовательно составляющими частные случаи (сверху вниз).

Проведем систематизацию общих и особенных признаков противоположных форм заменяемости для выявления в них главных взаимосвязей. Систематизация характера реализации по объему и содержанию сборки и замены (рис. 2.3.3), а также по необходимым и доста-

точным признакам и средствам обеспечения взаимо- и равнозаменимости (см. далее рис. 2.3.4) может аналогично относиться к логическому и диалектическому аспектам [В.20].

Требуемый результат можно получить формально-логическим анализом оснований противоположных форм заменимости (взаимо- и равно- заменимости), семантическим описанием их определений с последующим синтезом при абстрагировании от конкретных архитектурных, конструктивных, эксплуатационных, технических и других (экономических, потребительских, социальных и т.п.) особенностей сборных изделий.

По определению *взаимозаменяемость*  $Z_B$  описывается такой совокупностью существенных признаков, логических оснований и семантических денотат (рис. 2.3.3):

- независимое изготовление одинаковых (одних и тех же) элементов  $ИН_B$ , (I<sub>B</sub>)
- возможность сборки этих элементов  $СЭ_B$ , (II<sub>B</sub>)
- и замены одних элементов на другие такие же самые  $ЗЭ_B$ , (III<sub>B</sub>)
- без предварительной подгонки или доработки  $СБ_B$ , (IV<sub>B</sub>)
- с сохранением в системах (одних и тех же)  $ТУ_B$ . (V<sub>B</sub>)

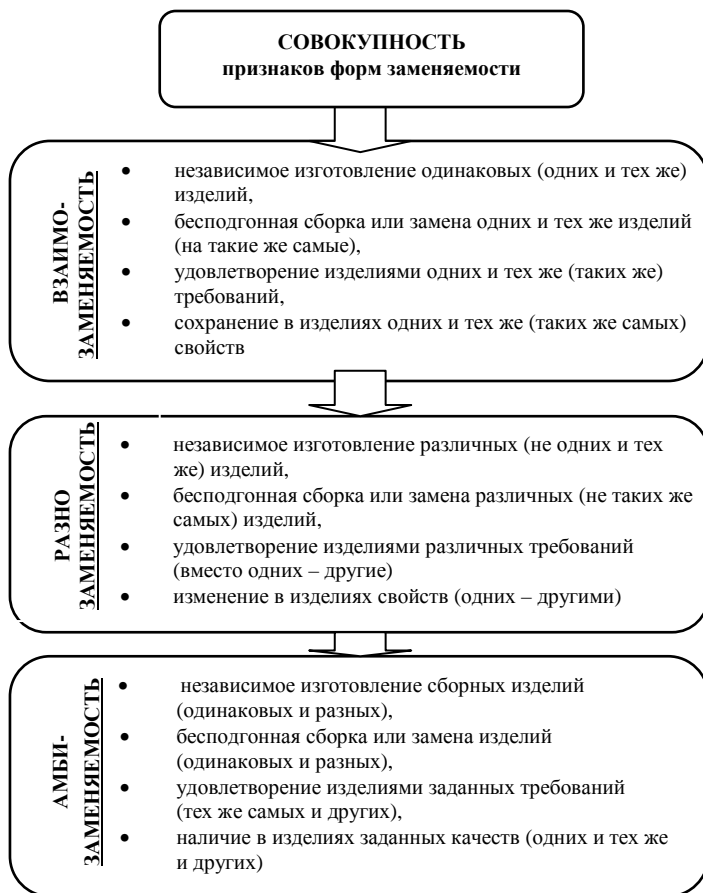
В семантической записи понятие взаимозаменяемости имеет вид:

$$Z_B \Rightarrow ИН_B + СЭ_B + ЗЭ_B + СБ_B + ТУ_B. \quad (2.3.1)$$

Формально признаки (I<sub>B</sub>)—(V<sub>B</sub>) по выражению (2.3.1) соответствуют однитипным ИСС, т.е. разнообразие зданий и сооружений как систем из взаимозаменяемых элементов формально невозможно. Однако практика показывает, что общепринятое содержание понятия взаимозаменяемости фактически имеет больший объем применения с более сложным содержанием, поскольку из «одних и тех же» типовых унифицированных (или стандартных) изделий могут возводиться здания и сооружения с некоторыми различиями и удовлетворяют уже не «тем же самым» техническим условиям –  $ТУ_B$ . Например, многосекционные жилые дома одной типовой серии, но с разным количеством секций. По приведенному выше формальному определению это относит свойство взаимозаменяемости элементов к противоположному свойству – равнозаменимости.

По противоположности *разнозаменимость*  $Z_p$  согласно определению должна описываться такой совокупностью признаков (оснований, денотат):

- независимое изготовление различных (не одних и тех же) элементов  $ИН_p$ , (I<sub>p</sub>)
- возможность сборки этих элементов  $СЭ_p$ , (II<sub>p</sub>)
- и замены одних элементов на другие не такие же самые  $ЗЭ_p$ , (III<sub>p</sub>)
- без их предварительной подгонки или доработки  $СБ_p$ , (IV<sub>p</sub>)
- с изменением в системах одних  $ТУ_p$  на другие. (V<sub>p</sub>)



**Рис. 2.3.3 – Систематизация частных форм заменяемости по объему и содержанию признаков их определений**

В семантической записи понятие разнoзаменяемости имеет вид:

$$З_p \Rightarrow ИИ_p + СЭ_p + ЗЭ_p + СБ_p + ТУ_p. \quad (2.3.2)$$

Анализ теоретической модели развития сборных ИСС из номенклатуры элементов (см. раздел 2.4) в отношении образования их разнoобразия, проведенный для выявления причины терминологического несоответствия с реальным производством, показывает, что в формальном плане основания  $(I_B) \text{—}(V_B)$  определения взаимозаменяемости сборных изделий и систем из них по выражению (2.3.1) являются неоднозначными.

Выявленные основания определений позволяют вкладывать в них разное (вплоть до противоположного) содержание в отношении состава свойств отдельных экземпляров сборных элементов в различных серийных партиях из одно- и разноименных типов и типоразмеров. То же относится и к составу технических условий на АКТ-свойства элементов и систем из них. То есть, в проектной практике нарушалось тождество в формальных основаниях и подменялось их различием, ввиду неопределенной оценки этими основаниями сборных изделий конкретных партий серийного производства. Это позволяло трактовать взаимозаменяемость шире по объему и сложнее по содержанию, создавая иллюзию отсутствия противоречия.

Логическое несоответствие понятия взаимозаменяемости практике проектирования происходит при диалектическом переходе сборных систем в разные качественные уровни их состава (типа: отдельные элементы  $\rightarrow$  составные конструкции  $\rightarrow$  структурные части и т.д.), когда изменяются по существу формальные определения «одних и тех же» элементов и признак «сохранение заданных технических условий» относится уже не к первоначальным, а к метаморфизированным сборным подсистемам и системам.

Отметим также, что взаимозаменяемые элементы, с одной стороны, потенциально содержат в себе и свойство разнoзаменяемости (как возможность ее реализации, тенденцию), которая актуализируется уже при взаимосвязи с несколькими однотипоразмерными элементами (например, стеновые панели определенной марки  $\rightarrow$  крупнопанельные стены из них разной длины); с другой – разнoзаменяемые элементы вне системы, сами по себе вновь становятся (поскольку всегда являются) взаимозаменяемыми с такими же экземплярами, сохраняя тенденцию к разнoзаменяемости (поскольку она всегда имеется) в их совокупности.

Значит, сборные элементы содержат в себе одновременно свойства и взаимо-и разнo-заменяемости, т.е. являются всегда амбизаменя-

емыми.

Амбизаменяемость проявляется в широком диапазоне между крайними признаками  $(I_B) \text{—}(V_B)$  и  $(I_P) \text{—}(IV_P)$  выражений (2.3.1) и (2.3.2) в зависимости от функциональных возможностей сборных элементов, принятых по замыслу проектировщика и используемых методов обеспечения тождеств и различий в элементах и системах, которыми он располагает, руководствуясь обобщенным принципом заменяемости.

Тогда определение *амбизаменяемости*  $З_A$  элементов должно описываться такими признаками (основаниями, денотатами):

- независимое изготовление любых элементов (одинаковых и разных)  $ИН_A$  (I<sub>A</sub>)
- возможность сборки этих элементов  $СЭ_A$  (II<sub>A</sub>)
- и замены элементов на другие такие же самые и иные  $ЗЭ_A$ , (III<sub>A</sub>)
- без их предварительной подгонки или доработки  $СБ_A$ , (IV<sub>A</sub>)
- с получением (сохранением или изменением) в системах заданных технических условий (одних и тех же и других)  $ТУ_A$ . (V<sub>A</sub>)

В семантической записи понятие амбизаменяемости имеет вид:

$$З_A \Rightarrow ИН_A + СЭ_A + ЗЭ_A + СБ_A + ТУ_A. \quad (2.3.3)$$

Содержание оснований разных форм заменяемости по выражениям (2.3.1), (2.3.2) и (2.3.3) обеспечивается совокупностью АКТ-средств, применяемых при соответствующем уровне промышленного серийного производства сборных элементов и систем из них (рис. 2.3.4).

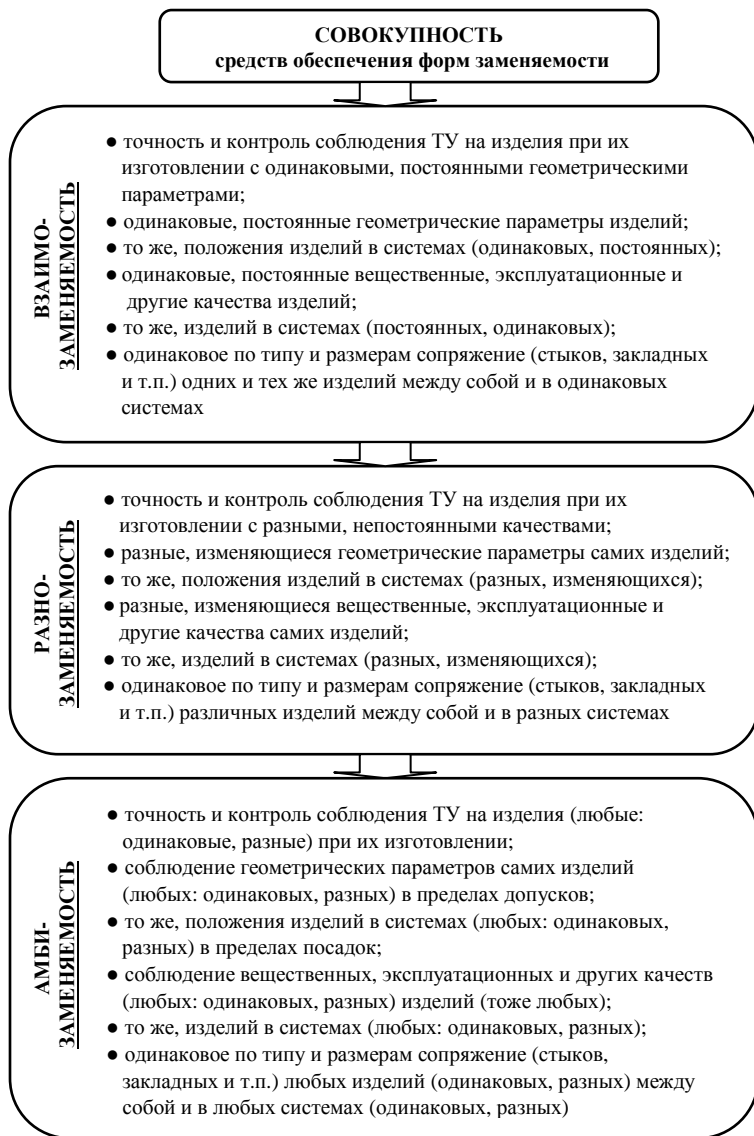
Обозначим точность и контроль соблюдения ТУ на изделия –  $ТК$ , геометрические параметры изделий («внутренние» параметры) и параметры положения их как элементов в системах («внешние» параметры) –  $ПГ$ , совокупность других проектных свойств элементов –  $СП$  и стыкуемость их между собой в системы –  $СТ$ . Тогда средства обеспечения  $ОБ$  разных форм заменяемости будут записаны так:

$$ОБ_B \Rightarrow ТК_B + ПГ_B + СП_B + СТ_B, \quad (2.3.4)$$

$$ОБ_P \Rightarrow ТК_P + ПГ_P + СП_P + СТ_P, \quad (2.3.5)$$

$$ОБ_A \Rightarrow ТК_A + ПГ_A + СП_A + СТ_A, \quad (2.3.6)$$

где  $B, P, A$  – индексы, соответствующие формам заменяемости: взаимно-, разно-, амби-.



**Рис. 2.3.4 – Систематизация АКТ-средств обеспечения частных форм заменяемости**



В совокупности признаков  $(I_b) \text{—} (V_b)$ ,  $(I_p) \text{—} (V_p)$  и  $(I_a) \text{—} (V_a)$  соответственно выражениям (2.3.1), (2.3.2) и (2.3.3) можно выделить следующие четыре укрупненных блока с общими в них основаниями:

- характеристика АКТ-свойств сборных элементов в отношении их тождественности или различности при замене – одинаковые  $A$  и разные  $E$ ;
- то же, в отношении требований к ним по техническим (ТУ) и другим условиям производства (и применения, потребления) по тождественности или различности – одинаковые  $I$  и разные  $O$ ;
- состав АКТ-свойств сборных элементов  $A \text{—} E$  и состав требований (ТУ и других) к ним  $I \text{—} O$  в отношении их тождественности или различности;
- то же, в отношении состава заранее заданных АКТ-свойств, определяющих требования к ним (ТУ и другие условия), а именно: независимое изготовление, возможность сборки или замены, без предварительной подгонки или доработки, сохранение или изменение состава свойств и требований к ним – одинаковый  $A \text{—} I$  и разный  $E \text{—} O$ .

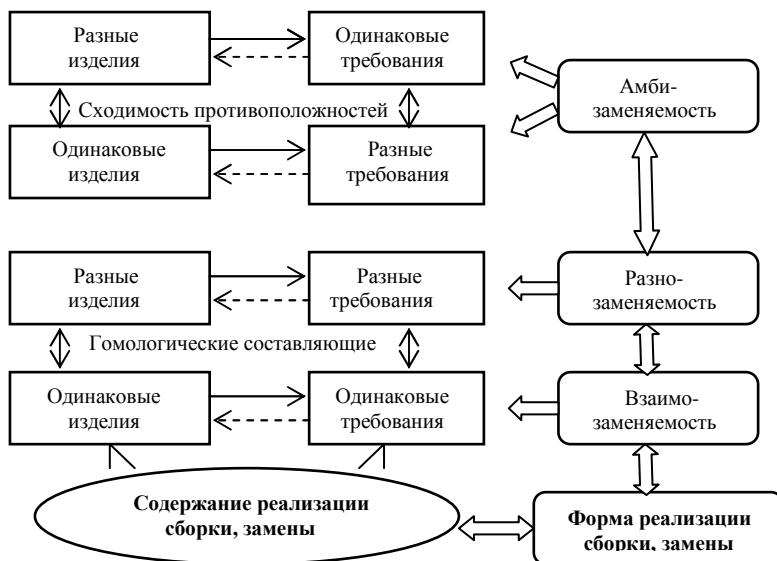
Взаимосвязь укрупненных блоков оснований частных форм заменяемости представлена на рис. 2.3.5. Эта взаимосвязь может быть представлена «свернутой» в виде диаграммы, которая представлена на рис. 2.3.6.

Известен аналог – квадрат логический Михаила Пселла (XI век) [239, с.194; 257, с.51] в виде подобной диаграммы, применяемый к четырем основным суждениям Аристотелевой логики и служащий мнемосхемой для умозаключений. Логический квадрат относится к области мышления. Область применения диалектического квадрата – промышленное (в том числе, машиностроительное) серийное производство общества, поскольку исходное определение взаимозаменяемости является общетехническим и характеризует методологию образования многообразия любых сборных систем (в частности, ИСС) из штучных изделий путем их сборки (замены).

Обозначения  $\square A$ ,  $\square E$  и  $\square I$ ,  $\square O$ , символизирующее в квадрате логическом соответственно общеутвердительные, общеприказательные и частноутвердительные, частноотрицательные суждения, в диалектическом квадрате отражают соответственно совокупности одинаковых, разных свойств и одинаковых, разных требований (или ТУ).

Стороны  $\square AI$  и  $\square EO$  в первом символизируют логические соподчинения суждений, а во втором – соответствие АКТ-состава между одинаковыми свойствами, одинаковыми требованиями и разными свойствами, разными требованиями.

Стороны  $\square AE$  и  $\square IO$  – суть контрарные и субконтрарные сужде-



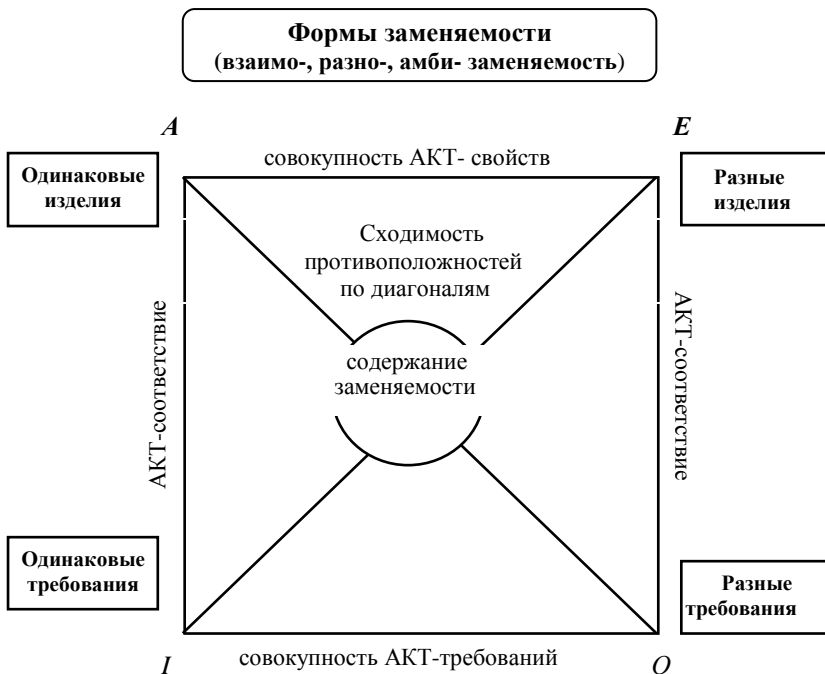
**Рис. 2.3.5 – Структурная схема развернутой взаимосвязи формы и содержания понятий по блокам признаков разных форм заменяемости**

ния в формальной логике или же состав противоположных свойств взаимно- и разно- заменяемости элементов и состав противоположных требований, соподчиненных с предыдущим – в диалектической.

Значит, диалектический квадрат при соблюдении формальных оснований определений  $(I_b) \rightarrow (V_b)$ ,  $(I_p) \rightarrow (V_p)$  и  $(I_a) \rightarrow (V_a)$  отражает различные формы заменяемости – соответственно: взаимно-, разно- и амби-. При этом согласно соподчинению блоков  $A$  и  $O$ , а также  $I$  и  $E$  по диагоналям  $AO$  и  $IE$  следует сходимость противоположностей; в логическом квадрате эти диагонали дают контрарконтракторные умозаключения [В.34].

Как видно из диаграммы, противоположности в диалектическом квадрате сходятся в двух направлениях: первое – одинаковые требования (или ТУ) в системах могут удовлетворяться разными элементами и, наоборот; второе – одинаковыми элементами в системах можно удовлетворить разные требования (или ТУ) и, наоборот.

Таким образом, диалектический квадрат адекватно отражает сложную реальную практику проектирования и конструирования, а также производства, монтажа, эксплуатации, ремонта, реконструкции, сноса и утилизации объектов техники, в частности, зданий и сооружений как ИСС, их структурных частей, отдельных строительных и архи-



**Рис. 2.3.6 – Диалектический квадрат заменяемости элементов в сборных ИСС (и других объектах техники) серийного промышленного производства:**

А, Е, I, О – символы логического квадрата Михаила Пселла

тектурных конструкций и других изделий промышленного производства. Действительно, из выражений, относящихся к аксиоме тождества (2.2.3,а) и аксиоме различия (2.2.3.б) соответственно следует и обратное:

$$\{\mathcal{E}C_{nm}\}_B \Rightarrow \mathcal{E}C_{11} = \overline{\mathcal{E}C_{12}}; \mathcal{E}C_{21} = \overline{\mathcal{E}C_{22}}; \mathcal{E}C_{31} = \overline{\mathcal{E}C_{32}} \text{ и т.п.} \quad (2.3.7,а)$$

$$\{\mathcal{E}C_{nm}\}_P \Rightarrow \mathcal{E}C_{11} \Leftrightarrow \mathcal{E}C_{11}; \mathcal{E}C_{21} \Leftrightarrow \mathcal{E}C_{21}; \mathcal{E}C_{31} \Leftrightarrow \mathcal{E}C_{31} \text{ и т.п.} \quad (2.3.7,б)$$

Тогда  $\{\mathcal{E}C_{nm}\}_B \in \{\mathcal{E}C_{nm}\}_P, \quad (2.3.8)$

$$\{\mathcal{E}C_{nm}\}_P \in \{\mathcal{E}C_{nm}\}_A \quad (2.3.9)$$

$$\{\mathcal{E}C_{nm}\}_A \Rightarrow \{\mathcal{E}C_{nm}\}_B \cup \{\mathcal{E}C_{nm}\}_P \quad (2.3.10)$$

То есть, при удовлетворении технических требований, предъявляемых к подмножествам сборных элементов, принципиально образуется единое множество (номенклатура) элементов с совокупностью за-

ранее заданных проектных свойств (любых: тождественных и различных, т.е. амбизаменяемых). Это подтверждается равенством выражений (2.2.4,а) и (2.2.4,б), несмотря на противоположность по наименованию составов подмножеств и множеств серийных партий элементов.

Значит, для практического решения проблемы однообразия сборных систем и многономенклатурности их элементов необходимо такая конкретизация АКТ-признаков (логических оснований, семантических денотат), чтобы выявленная сходимость противоположностей происходила как можно на более высоком уровне «разнообразия систем и малономенклатурности элементов».

Содержание связей между блоками по сторонам диалектического квадрата заменяемости элементов в сборных ИСС и других системах (объектах техники) описывается, кроме того, следующими выражениями:

$$\square AE \Rightarrow ПГ + СП, \quad (2.3.11)$$

$$\square IO \Rightarrow ТК + СТ, \quad (2.3.12)$$

$$\square AI \Rightarrow ОБ_B - \text{выражением (2.3.4)}, \quad (2.2.13)$$

$$\square EO \Rightarrow ОБ_P - \text{выражением (2.3.5)}; \quad (2.3.14)$$

связи между блоками квадрата заменяемости описываются таким образом:

- по периметру:  $\square AEOI \Rightarrow ОБ_A - \text{выражением (2.3.6)}; \quad (2.3.15)$

- по диагоналям:

$$\square AO \text{ и } \square EI - \text{выражениями (2.2.4,а) и (2.2.4,б)}; \quad (2.3.16)$$

- на пересечении диагоналей:

$$\square AO, \square EI - \text{выражениями (2.2.5), (2.3.8—2.3.10)}. \quad (2.3.17)$$

Таким образом, диалектический квадрат содержит все составляющие формального, отражая гомологическое соотношение между областями мышления и промышленного производства общества применительно к серийно изготавливаемым сборным ИСС системам, имитируя взаимосвязь, взаимодействие их качественно-количественного состава и формо-содержательного выражения. Полученная закономерность позволяет:

- в гносеологическом (познавательном) отношении давать академическое объяснение и получать обоснование путей и средств образования одно-, разнообразия ИСС из серийного изготавливаемых промышленных элементов;

- в теоретическом – обеспечить методологические предпосылки для развития типового и нетипового АКТ-проектирования и конструирования системным подходом, основанном на диалектическом методе;

- в практическом – увеличить многообразие ИСС и уменьшить номенклатуру строительных конструкций в полносборном строительстве и других штучных изделий промышленного производства, в том числе, опалубочных форм (как сборных элементов) в монолитном строительстве.

\*\*\*

В данном разделе, исходя из формализации определения взаимозаменяемости, проведен сравнительный анализ объема и содержания противоположных понятий взаимо- и равнозаменяемости, позволивший дать дополнительно формальные определения разно- и амби-заменяемости.

На основе систематизации и обобщения формальных оснований предложенных определений разных форм заменяемости составлена диаграмма – диалектический квадрат заменяемости элементов в сборных системах серийного промышленного производства, являющаяся мнемосхемой гносеологического объяснения и описания одно- и равнообразия ИСС, равно как и других объектов техники, а также методов образования в них тождеств и различий, в частности, методов равнозаменяемости (о последних см. раздел 4.4).

Установлена гомологическая зависимость между квадратом логическим, являющимся аналогичной мнемосхемой четырех основных суждений Аристотелевой логики (область мышления) и квадратом диалектическим (область промышленного серийного производства). Отмечены общие закономерности, содержащиеся в сфере материального производства общества (промышленных серийных изделий) и в сфере мышления человечества.

Выявленная закономерность в изделиях промышленного производства, в частности, в сборных строительных конструкций также всеобща, как и закономерности мышления и обладают объективной достоверностью для практического их применения в целенаправленном развитии индустриализированного строительства от серийного производства элементов и массового возведения из них ИСС вплоть до кустарного (т.е. при отсутствии кооперирования труда, без средств механизации, с использованием сырья и т.п.) и уникального изготовления. Поскольку за исходное взято определение взаимозаменяемости из машиностроительной и других областей промышленности, то получен-

ные зависимости обладают универсальностью в этой сфере деятельности общества.

Типизация и унификация в архитектурно-строительном проектировании, отсекая и огрубляя многообразие АКТ-решений ИСС, возможных по виртуальным описаниям диалектического квадрата заменимости, позволяет увеличить практически целесообразное его многообразие при снижении номенклатуры элементов во всех возможных направлениях производства ИСС, соответствующих уровню социально-экономического развития и развития технологии (строительной техники, материалов, организации и способов производства и др.). Последнее определяет приоритетность технологии производства в решении исследуемой основной научно-технической проблемы однообразия ИСС и многономенклатурности сборных строительных элементов.

## 2.4. Теоретическая модель развития систем

**Определение; общие положения.** Для поиска путей и средств решения проблемы повышения многообразия зданий и сооружений при снижении многономенклатурности изделий целесообразно провести исследование моделированием, имитирующим *процесс* развития сборных (и других) ИСС в отношении их формального отхода от признаков тождеств и увеличения признаков различий.

Теоретическая *модель развития многообразия* сборных архитектурно-строительных систем – это графическая совокупность последовательно усложняющихся структурных частей (подсистем) ИСС, последних в целом и комплексов из них (макросистем), начиная с отдельных элементов или их первичной номенклатуры, сопровождаемая анализом (логическим, диалектическим) в отношении происходящих в системах изменений качественно-количественного состава и формо-содержательного выражения во взаимосвязи, взаимодействии этих элементов, подсистем и макросистем.

В принципе графоаналитического моделирования развития многообразия ИСС заложена концепция элементаризма в форме его использования как метода исследования, проектирования и конструирования. Для построения модели используем конструктивно-компоновочные приемы образования многообразия относительно функционально самостоятельных сборных систем из задаваемой номенклатуры (типовой, проектируемой, экспериментальной, исследуемой) взаимосвязанных между собой элементов. Совокупность таких приемов представляется как комплексный метод элементарной диверсификации (увеличения ассортимента, разнообразия) систем из ограниченной но-

менклатуры штучных элементов (сборных конструкций, кирпича, мелких блоков, опалубочных форм и т.п.).

*Метод элементарной диверсификации* по цели, результатам и характеру достижения многообразия представляется методом разнотипности, поскольку обеспечивается целенаправленным отбором и совершенствованием применяемых в проектировании приемов, способов и т.п., имеющих общий методический признак – получение из «одних и тех же» сборных элементов (т.е. взаимозаменяемых) каких-либо различий (а не тождеств) в сборных и других ИСС. Совокупностью таких приемов формируется разнообразие типовых, но возможно образование и оригинальных зданий и сооружений из номенклатуры стандартных изделий, представляемых традиционно как взаимозаменяемые.

Метод включает элементарные (здесь: *поэлементные*) приемы: например, увеличение количества однотипоразмерных элементов в каких-либо структурных частях; изменение в них состава элементов по типам; то же, по типоразмерам и в сочетании последних с изменениями самих типов; пополнение номенклатуры новыми типами и типоразмерами элементов; исключение из номенклатуры элементов определенных типов и типоразмеров; изменение взаимного положения элементов (привязкой, отметкой) «внутри» структурной части и «вне» ее в системе; поворот элементов в различном их количественном составе в какой-либо плоскости на разный угол одновременно для всех или раздельно для каждого элемента или их группы; изменение расстояния между элементами и т.п. Перечисленные приемы могут применяться к плотной укладке элементов, при одиночном или групповом их исключении из структурной части или из системы; при полном отсутствии в системе или подсистеме какого-либо подмножества элементов и т.д.

Применение метода возможно с усложнением элементарных (здесь: *простейших*) приемов (способов и т.п.), например, изменением собственного состава конструктивных элементов (*конгломерированием* их из отдельных частей); изменением структурных частей или системы в целом (*агрегатированием* их из элементов или структур); сочетанием конгломерирования структурных частей с агрегатированием из них систем; изменением свойств элементов переменными характеристиками материалов; изменением унифицированных рядов модульных размеров (габаритных схем, конструктивных сечений и др.); то же, модульной несущей способности, теплотехнических и других аддитивных характеристик элементов и т.д. Возможно сочетание усложненных приемов с простейшими в целесообразных комбинациях.

Таким образом, метод элементарной (здесь: *первоосновной*) ди-

версификации состоит из многих известных приемов (способов и т.п.) и включает разработанные здесь приемы (способы и т.п.) образования различий в ИСС на принципе разноточности.

Взятый пример графической составляющей модели развития многообразия ИСС как наиболее показательно иллюстрирующий метод элементарной диверсификации характеризуется:

- начальной стадией образования многообразия, когда оно формально отсутствует, но содержится потенциально;
- непрерывностью развития системы от простой стадии к более сложной, от низшего уровня к высшему и т.д.;
- кумуляцией (накоплением) получаемых положительных (равно как и отрицательных) результатов в процессе развития системы;
- дискретностью (прерывностью, скачкообразностью) усложнения системы по признаку появления нового дополнительного или «сверхсуммарного» результата;
- абстрактностью элементов и систем с нарастающей их конкретизацией до реальных структурных частей, зданий и сооружений, комплексов (т.е. подсистем, систем, макросистем).

Модель содержит любые требуемые для анализа множества тождественных и различных элементов и подсистем из них на любой стадии (этапе, уровне) развития, характеризуется использованием любых типов элементов, любой конструктивной схемы и их комбинаций. Типологически предпочтительной для начальной стадии является УТС производственного здания конструктивной каркасно-панельной схемы как представительная в конструктивно-структурном отношении.

В процессе развития первичная схема на последующих стадиях (этапах, уровнях) становится промежуточной, если моделью описываются усложняющиеся формы и содержания подсистем в их качественных и количественных составах. При имитации моделью условно максимального разнообразия ИСС из условно минимальной номенклатуры сборных конструкций, получим условно конечную (идеальную) стадию развития системы.

Аналитическая составляющая модели развития сборной системы, соответствующая графической части, обосновывает необходимость методологической экспликации номинального понятия взаимозаменяемости и других, связанных с ним понятий.

Итак, рассмотрим на модели УТС ряд характерных стадий ее развития (рис. 2.4.1).

**Моделирование, анализ.** 1. Пусть имеется некоторое начальное множество сборных элементов  $\{ЭC_{nm}\}$ , где  $n$  – серийные партии,  $m$  – их обобщенный качественно-количественный состав и формо-содержа-



# СБОРНЫЕ ИНДУСТРИАЛИЗИРОВАННЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

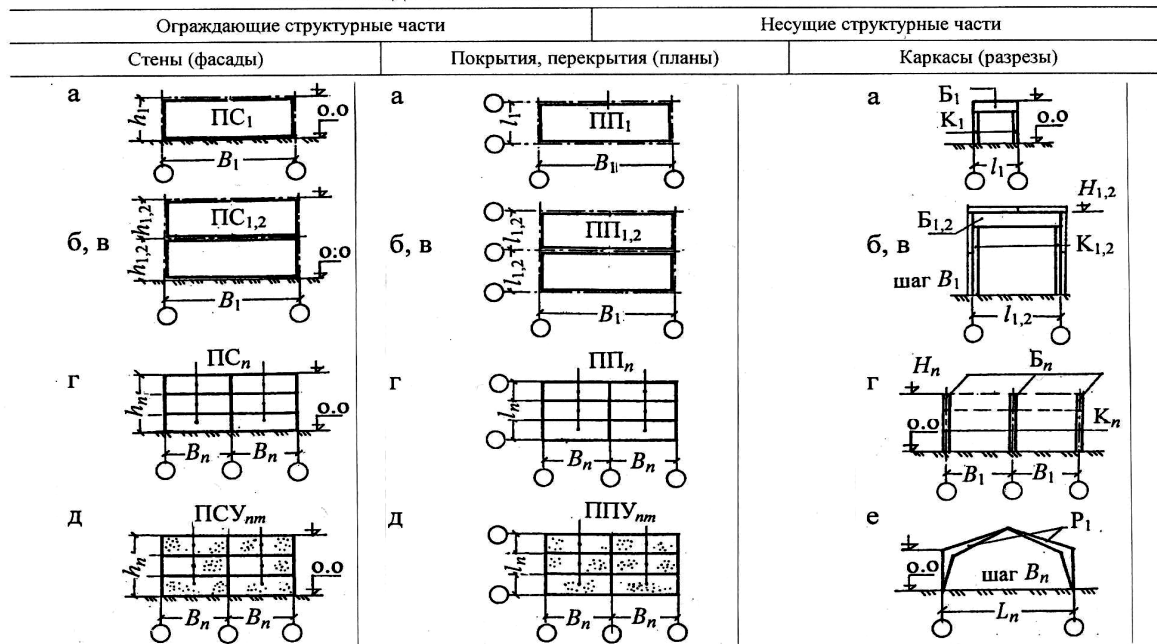


Рис. 2.4.1 – Модель развития сборных ИСС: а,б,в,г,д,е – стадии развития

тельное выражение развивающейся номенклатуры. Примем его минимально необходимым и достаточным для образования типологически полной системы – УТС, например, стоечно-балочного типа с определенным шагом, равным длине ограждающих элементов, высотой колонны, соответствующей высоте одной стеновой панели, и пролетом балки, соответствующим ширине одной плиты покрытия. Обозначив подмножество несущих элементов –  $n$ , ограждающих –  $o$ , получим, что

$$\begin{aligned} \{ \mathcal{E}C_{nm}^n \} \subset \{ \mathcal{E}C_{nm} \} \text{ и } \{ \mathcal{E}C_{nm}^o \} \subset \{ \mathcal{E}C_{nm} \}, \\ \{ \mathcal{E}C_{nm}^n \} \cup \{ \mathcal{E}C_{nm}^o \} \Leftrightarrow \{ \mathcal{E}C_{nm} \}, \end{aligned} \quad (2.4.1)$$

где  $n$  и  $m \in N$ .

Запись (2.4.1) обобщенно отражает принятую номенклатуру, содержащую тождественные и различные по функциональному назначению сборные элементы в требуемых объемах серийных партий заданного качественно-количественного состава и формо-содержательного выражения. Эта номенклатура – еще не система, но потенциально, в тенденции системой является.

Данный прием характеризует начальную стадию развития одной из множества ИСС, свойства которой обусловлены составом и выражением исходной номенклатуры и ее представляет (на рис. 2.4.1 отсутствует).

2. Образование системы из номенклатуры элементов совпадает с ее функционированием  $F$ , т.е. при обеспечении заранее заданной взаимосвязи, взаимодействия элементов номенклатуры  $BCD \Leftrightarrow F$  по выражениям (2.1.2, 2.1.4); при  $F \neq 0$ :

$$\{ \mathcal{E}C_{nm} \} /_{KKC \cup \Phi CB} \rightarrow F \{ \mathcal{E}C_{nm} \} /_{KKC \cup \Phi CB} \quad (2.4.2)$$

Значит, начальная (исходная) номенклатура элементов в сборе преобразуется в первичную подсистему:

$$F \{ \mathcal{E}C_{nm} \} \Rightarrow F (\{ \mathcal{E}C_{nm}^n \} \cup \{ \mathcal{E}C_{nm}^o \}), \quad (2.4.3)$$

где  $n$ ,  $m$ , а также  $n$ ,  $o$  – характеризуют заданные свойства начальной номенклатуры несущих и ограждающих элементов и системы из них при  $n = m \rightarrow \min = 1$ .

В данном приеме (рис. 2.4.1, а) замена одних элементов на другие такие же самые, например, стеновой панели заданного типа и типоразмера на панель такого же типа и того же типоразмера не приве-

дет ни к каким изменениям в системе. То есть секция сохраняет первоначально заданные свойства, а именно: размеры высоты и пролета, наличие ограждений, их виды и типоразмеры, характер конструктивной схемы, состав номенклатуры несущих и ограждающих элементов, технологическое назначение, область использования и др. Серийное производство исходной номенклатуры элементов обеспечивает массовое строительство тождественных секций, т.е. данный прием по логическим основаниям отвечает формальному определению взаимозаменяемости по выражению (2.3.1).

3. То же, что в пп.1, 2, но увеличено количество элементов в стенах и покрытии; принята сплошная укладка однотипных панелей одного типоразмера в пределах одного шага секции при заданной высоте колонны, но другого типоразмера (на несколько панелей); то же прием в покрытии при балке с пролетом другого типоразмера (на несколько плит). Возьмем для этого каркас того же типа, но с соответствующими типоразмерами колонн и балки (рис. 2.4.1,б; совмещен со следующей стадией).

Данный прием дает секцию с глухими стенами и сплошным покрытием. При замене одних элементов на другие системой удовлетворяются и иные требования, т.е. элементы и системы начинают содержать свойства разнотипности (по размерам ограждений, поперечному разрезу секции). Поскольку это свойство появляется из свойства взаимозаменяемости и существует одновременно с ним, элементы являются амбизаменяемыми, образующими как тождественные, так и различные ИСС по выражениям (2.2.4,а,б), (2.2.5) и при функционировании их по выражению (2.4.2).

4. То же, что в пп.1—3, но элементы ограждений дополнительно выполнены других типоразмеров (рис. 2.4.1,в).

Новым результатом является увеличение компоновочных вариантов ограждающих структурных частей – стен и покрытия; появляется конструктивно-компоновочная и организационно-технологическая «гибкость» в системах по взаимному положению элементов ограждений разных типоразмеров. Предыдущие положительные результаты возрастают – увеличивается многообразие систем, т.к. растет количество их тождественных и различных вариантов; возрастают и отрицательные результаты – увеличивается номенклатура, усложняются системы (в отношении производства элементов, монтажа систем и т.п.).

5. То же, что в пп.1—4, но дополнительно увеличивается количество шагов секций (рис. 2.4.1,г).

Данный прием обеспечивает только за счет количественного увеличения качественное изменение системы – одиночная секция метаморфизмуется в многосекционное (однопролетное, одноэтажное) зда-

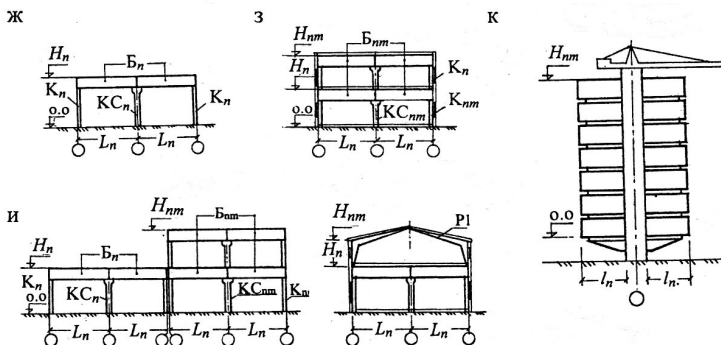


Рис. 2.4.1 – Продолжение: ж, з, и, к – стадии развития

ПС – панель стеновая; ПП – плита покрытия; ПСУ, ППУ – панель, плита утепленные; К – колонна крайняя; КС – то же средняя; Б – балка; Р – рама;  $H, h$  – отметка, высота;  $L, l$  – пролет, ширина;  $B$  – шаг;  $n, m$  – типы, типоразмеры элементов

ние, имеющее разные размеры поперечных разрезов и различную общую длину, кратную шагу секции. По-прежнему кумулятивно нарастают положительные и отрицательные результаты – усложняется взаимосвязь между формой и содержанием подсистем из-за усложнения их состава в качественном и количественном отношениях.

6. То же, что в п.п.1–5, но вводим новые типы ограждающих элементов, наряду с «холодными» панелями и плитами будут еще утепленные (рис. 2.4.1,д). Новый положительный результат в развитии ИСС – расширение области использования здания по требованию температурного режима; новый отрицательный результат – увеличение номенклатуры ограждающих элементов и видов материалов для них.

7. При добавлении нового типа каркаса, например, трехшарнирной рамы увеличивается АКТ-разнообразие ИСС, но одновременно усложняется состав номенклатуры несущих элементов (рис. 2.4.1,е).

8. Если добавить новый тип средней колонны (рис. 2.4.1,ж), появляется новый тип зданий – многопролетных, т.е. как и в предыдущих случаях возрастают положительный и отрицательный результаты.

9. При введении нового типа многоярусной колонны (рис. 2.4.1,з) возникает другой новый тип ИСС – многоэтажных зданий; дополнительно образуется уже «сверхсуммарный» результат (технический эффект) в развитии ИСС – здания смешанной этажности (рис. 2.4.1,и).

Предыдущие положительные результаты (равно как и отрицательные, в частности, увеличение типов элементов) накапливаются. И так далее, например, введение номенклатуры элементов другой ИСС (рис. 2.4.1,к).

Итак, методом элементарной диверсификации обеспечивается развитие ИСС в качественно-количественном составе и в формо-содержательном выражении одновременно в двух взаимосвязанных подсистемах – в номенклатуре одинаковых, разных элементов и в агрегатированных одинаковых, разных зданиях и сооружениях.

**Дополнение к модели в ее развитии.** Приведенные приемы образования различий (равно как и тождеств) в ИСС относились к плотной укладке ограждающих элементов. Дополнительно возможны приемы обеспечения многообразия стен и покрытий за счет неплотной укладки элементов, т.е. при одиночном и групповом их исключении, а также при полном их отсутствии. Данная совокупность АКТ-приемов метода элементарной диверсификации соответствует введению в выражение (2.4.3) пустого подмножества, относящегося к ограждающим элементам, т.е. при

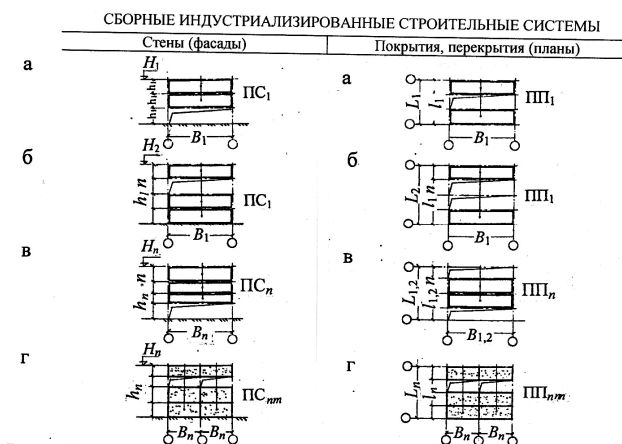
$$\{ \mathcal{E}C_{nm}^o \} \rightarrow \emptyset, F \{ \mathcal{E}C_{nm} \} \Rightarrow F \{ \mathcal{E}C_{nm}^H \}. \quad (2.4.4)$$

В случаях неплотной укладке сборных ограждающих элементов возможны, например, частные АКТ-решения ИСС, приведенные ниже.

1. Неплотная укладка стеновых панелей одного типа и типоразмера в пределах заданной высоты и одного шага (рис. 2.4.2,а); то же плит покрытия одного типа и типоразмера в пределах заданного пролета. Элементы каркаса те же, что и в предыдущей схеме. Прием при тех же изделиях дает дополнительное многообразие в виде образования проема (соответственно, например, оконного в стене и фонарного в покрытии). Замена одного изделия на такое же другое различий не вносит.

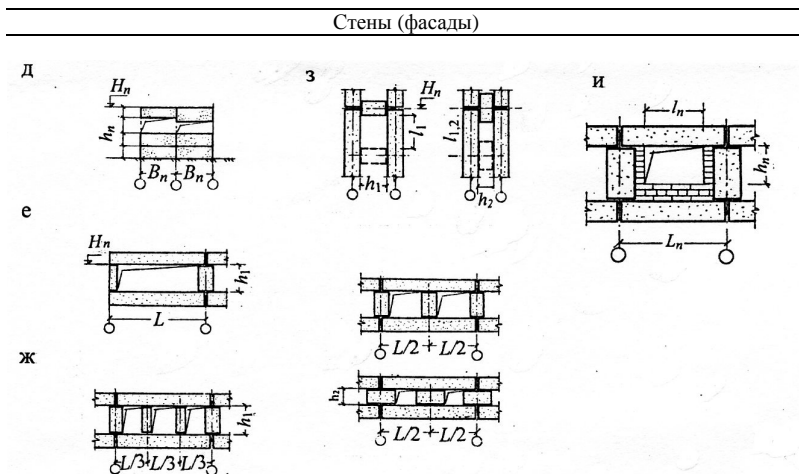
2. То же, что в п.1, но дополнительно изменяется количество одноименных ограждающих изделий того же типа и типоразмера (рис. 2.4.2,б). Новый результат – образование проемов другого типоразмера по одному параметру и в большем количестве проемов.

3. То же, что в пп.1, 2, но увеличивается количество типоразмеров элементов ограждения (рис. 2.4.2,в). Дополнительный результат – образование проемов других типоразмеров по двум параметрам, в разном количестве проемов, различного собственного и взаимного положения. Увеличение количества типов и типоразмеров нового результа-



**Рис. 2.4.2 – АКТ-решения с неполной укладкой ограждающих элементов:**  
а, б, в, г – стадии развития

# СБОРНЫЕ ИНДУСТРИАЛИЗИРОВАННЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ



**Рис. 2.4.2. – Продолжение:** д, е, ж, з, и – стадии развития  
(обозначения см. на рис. 2.4.1)

та не дает.

4. То же, что в пп.1—3, увеличивается количество шагов (рис. 2.4.2,г). Появляется новый результат – многообразие относительного расположения проемов в продольном направлении стены и покрытия.

5. То же, что в п.п.1—4, введен новый тип сборных изделий – утепленный (рис. 2.4.2,д). Дополнительный результат: расширение области применения стены и покрытия. Предыдущие положительные эффекты дают возможность устраивать вертикальное и ленточное, одно- и многоярусное остекление, витрины и витражи в стенах, а также проемы для фонарей разных конструкций в покрытиях.

6. Дополнительные приемы при стеновых панелях нескольких типов и типоразмеров: использование углового и рядового простеночных элементов (рис. 2.4.2,е); изменение количества простеночных элементов и их типоразмеров в шаге относительно координатных осей (рис. 2.4.2,ж); то же, относительно отметок (рис. 2.4.2,з). Каждый из этих приемов дает дополнительный результат в разнообразии стен.

7. Особый прием использования сборных элементов стен с *несборными* изделиями, например, с мелкоштучными – кирпичной кладкой или с монолитными – бетонированием по месту и т.п. (рис. 2.4.2,и). В сочетании с предыдущими этот прием дает дополнительные различия в стенах, покрытии и перекрытиях. Данный прием – «прецедент» *неполносборного* строительства. Формально он не соответствует определению взаимозаменяемости по признаку «без дополнительной подгонки или доработки». Однако этот прием обеспечивает взаимодействие со сборными элементами, что принципиально для индикации в развитии ИСС неформальных (с отступлением от формальных признаков) методов заменяемости.

Прием сочетания сборных и несборных элементов в ИСС соответствует в логико-семантической записи понятий формальной (индекс –  $\Phi$ ) взаимозаменяемости  $З_B^\Phi$  по выражению (2.3.1) и формальной разнотипности  $З_P^\Phi$  по выражению (2.3.2) как неформальных по определениям при  $СБ_B \Rightarrow СП_B$  и  $СБ_P \Rightarrow СП_P$ . Тогда

$$З_B^{H\Phi} \Rightarrow ИН_B + СЭ_B + ЗЭ_B + СП_B + ТУ_B, \quad (2.4.5)$$

$$З_P^{H\Phi} \Rightarrow ИН_P + СЭ_P + ЗЭ_P + СП_P + ТУ_P, \quad (2.4.6)$$

где  $СП_B$ ,  $СП_P$  – сборка систем с подгонкой (доработкой) сборных элементов соответственно взаимно- и разнотипных.

8. Полное исключение ограждающих или несущих элементов в ИСС дает дополнительные положительные результаты (рис. 2.4.3). Так, в ИСС, в частности, при отсутствии:

- стен в одноэтажных зданиях образуются *навесы*;
- покрытий (с пролетными конструкциями) получаются *ограды*;
- последних с частичным исключением стен делаются *затиши* (например, для сельскохозяйственных животных);
- стен с одной или нескольких сторон при сохранении покрытий образуются *баз-навесы* (тоже для сельскохозяйственных животных или для техники);
- стен в многоэтажных каркасных сооружениях с покрытиями и перекрытиями устраиваются *этажерки*;
- частичном плит в перекрытиях этажерок или в многоэтажных зданиях со стенами образуются сооружения *с проемами под провисающее оборудование* (силосы, бункеры и др.);
- всех ограждений и пролетных конструкций при наличии подкрановых балок получаются *эстакады*;
- наземных и подземных частей сооружений образуются площадки с твердым покрытием из сборных или монолитных плит для открытой установки технологического оборудования (на рис. 2.4.3 отсутствует). В этом случае, в частности,

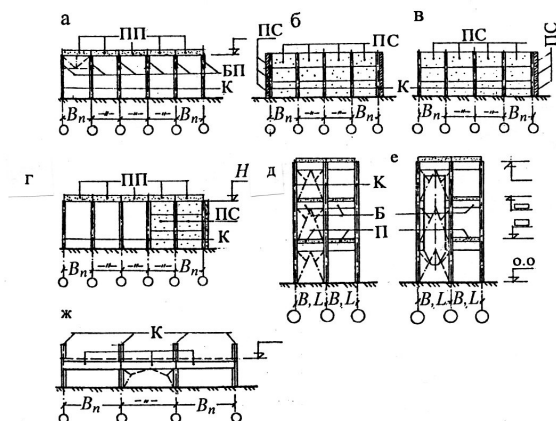
$$\{\mathcal{E}C_{nm}^u\} \rightarrow \emptyset, \text{ тогда } F\{\mathcal{E}C_{nm}\} \Rightarrow F\{\mathcal{E}C_{nm}^o\} \quad (2.4.7)$$

Моделирование процесса развития сборных ИСС может быть продолжено с требуемой детализацией и направлением совершенствования. То есть, возможно образование «смежных» систем – крупнопанельных и других, их подсистем (комплексных конструкций, торцевых стен и т.д.), а также номенклатуры изделий для разных областей строительства, их сочетаний и полной их совокупности (т.е. Каталога и Номенклатуры).

Следовательно, моделирование сборных ИСС с использованием элементарной диверсификации позволяет имитировать (описывать, объяснять, обосновывать) историко-логические этапы (стадии, уровни) типизации и унификации сборного индустриализированного строительства (объектную, отраслевую, сквозную и др.), имевшие место в типовом проектировании.

Модель также содержит информацию о реальных свойствах взаимно-, разно- и амбизаменяемости изделий серийного промышленного производства, дает логические основания для выявления причины





**Рис. 2.4.3 – Диверсификация сборных ИСС**  
**частичным или полным исключением ограждающих элементов**

а – навес; б – ограда; в – затишь; г – баз-навес; д – этажерка; е – то же, под провисающее оборудование; ж – эстакада (обозначения см. на рис. 2.4.1)

расхождения объема и содержания стереотипного понятия взаимозаменяемости с практикой, отражает первоисточник (первопричину и первооснову) противоречия «однообразия зданий и многономенклатурности элементов» сборного строительства, а также содержит пути его разрешения эвентуальными этапами типизации и унификации в проектировании ИСС [В.18].

Моделированием многообразия ИСС возможна имитация различных АКТ-решений, включая такие, которые соответствуют реальным этапам развития типового проектирования. Возможна обработка «первичных» объектов типизации различных составов, вплоть до условно «конечного» объекта типизации и унификации – Каталога и Номенклатуры.

\*\*\*

Таким образом, проведенное на графоаналитической модели исследование многообразия ИСС комплексным методом элементарной диверсификации как методом разнозаменимости дает подтверждение верности принятой гипотезы о первооснове и первопричине (совместно: первоисточнике) разнообразия. Найдено объяснение собственно перехода взаимозаменяемости сборных элементов в разнозамени-

мость, заключающегося в метаморфозе первоначальных систем из множеств одинаковых и разных элементов при их функционировании в качественно иные системы по уровню сложности.

На примере развития модели показано, что получение некоторого разнообразия возможно уже внутри «закрытых» систем. С «открытием» систем (т.е. при взаимодействии элементов номенклатуры смежных систем или элементов всей номенклатуры) разнообразие систем возрастает. Это происходит за счет многоцелевого назначения и многофункционального использования одних и тех же элементов при сокращении численности общей номенклатуры благодаря исключению замененных элементов в разных системах. Однако одновременно возрастает «внутренне» однообразие систем, поскольку в разных системах содержатся одинаковые элементы.

## **2.5. Технический эффект многообразия, повышение его результативности**

### **Источники неадекватности понятия взаимозаменяемости.**

Моделирование развития ИСС, проведенное в предыдущем разделе, позволяет выявить причину несоответствия общепринятого понятия взаимозаменяемости практике проектирования. На модели (см. выше) видно, что:

- одни и те же элементы без взаимодействия в системах не образуют в них никаких различий (п.1);
- то же имеет место при тождественных взаимосвязях внутри систем любой сложности (пп.2, 3 и далее);
- одни и те же элементы, но в разном их количестве уже образуют некоторые различия в системах – по размерам в плане и по высоте (пп.3, 5 и далее);
- «одни и те же» (по определению) сборные элементы представлены разными типами и типоразмерами, составляющими тождественные и различные множества систем из них (пп.3, 4 и далее);
- «одни и те же» элементы в той или иной совокупности взаимодействуют между собой в системах разной сложности по составу, причем, чем больше номенклатура элементов, тем большее достигается разнообразие (пп.3, 4 и далее);
- «одни и те же» элементы в различных номенклатурах заменяются не только на «такие же самые», но и на иные элементы (по типам, типоразмерам, по конструктивным особенностям, виду материалов).

Таким образом, модель отражает характерное в проектировании

отсутствие дифференциации сложной природы технического свойства заменяемости. Она же позволяет и раскрыть ее.

Логическое основание взаимозаменяемости «замена одних элементов на другие такие же самые» в модели представлено одновременно и как одинаковыми, и как различными элементами в зависимости от характера оценки свойств элементов и систем из них. Действительно, на всех стадиях развития в системах имеется необходимое количество экземпляров элементов одного типа, например,  $A$  и одного типоразмера, например,  $A_1$  или нескольких типов  $A$ ,  $B$ ,  $C$  соответствующих типоразмеров  $A_1, A_2, A_3; B_1, B_2, B_3; C_1, C_2, C_3$ .

В первом случае рассматриваемое основание действительно характеризует взаимозаменяемость элементов типа  $A$  и типоразмера  $A_1$  между его тождественными экземплярами. Во втором случае в каждом из возможных вариантов замены между множествами элементов основанию соответствовать будут лишь те, в которых сохраняются их тип и типоразмер, а именно:  $A_1$  на  $A_1$ ,  $B_1$  на  $B_1$ ,  $C_1$  на  $C_1$  и т.д. Остальные варианты замены, в которых не сохраняются тип и типоразмер элементов, например,  $A_1$  на  $A_2$  или  $A_3$ ;  $A_1$  на  $B_1$ ,  $B_2$  или  $B_3$  и т.д. не будут отвечать этому основанию согласно аксиоме тождества по выражению (2.2.3,а). Такие варианты соответствуют логическому основанию «одни элементы на другие не такие же самые», определяющие свойство разнотипности согласно аксиоме различия по выражению (2.2.3,б).

Аналогично модель иллюстрирует несоответствие свойств сборных систем другому основанию определения взаимозаменяемости – «с сохранением заданных технических условий» (при замене, выборе).

Например, техническим условием множества элементов типа  $A$  является характеристика  $a$ ; может быть задано несколько условий  $a_1, a_2, a_3$  одному элементу  $A$  или же несколько типов элементов  $A$ ,  $B$ ,  $C$  соответствуют условиям  $a_1, a_2, a_3; b_1, b_2, b_3; c_1, c_2, c_3$ . Во всех вариантах замены одних элементов действительно взаимозаменяемыми, тождественно отвечающими другому основанию определения взаимозаменяемости, являются замены типа  $a_1$  на  $a_1$ ,  $b_1$  на  $b_1$ ,  $c_1$  на  $c_1$  и т.д., т.е. между экземплярами сборных изделий одной серийной партии, имеющими одинаковую марку изделий. Все остальные варианты, удовлетворяющие условиям, например,  $a_1$  на  $a_2$  или  $a_3$ ;  $a_2$  на  $b_1$ ,  $b_2$  или  $b_3$  и т.д. не соответствуют рассматриваемому основанию, но адекватны логическому основанию «с изменением заданных технических условий», которое является другим основанием определения разнотипности.

В модели развития сборных систем, образуемых элементарной

диверсификацией, действительно соответствующими основаниям определения взаимозаменяемости является п.2 (рис. 2.4.1,а) и все последующие, но только в той их части, в которой соблюдаются признаки п.2, при этом разнотипоразмерные элементы представлены как их совокупностью (номенклатурой), так и в функциональной взаимосвязи.

На всех стадиях развития ИСС с таким ограничением представляются «*закрытыми*» множествами, тождественными самим себе, т.е. с однозначно характеризруемыми компоновочными и конструктивными схемами, габаритными параметрами, номенклатурой элементов, областью применения и проч.

При «*открытии*» систем возможностью замены элементов между тождественными внутри себя множествами, но имеющими какие-либо различия относительно друг друга, как видно на модели, они становятся подвижными в конструктивно-компоновочном и в иных отношениях системами, обладающими свойством различия (в том числе и при эквивалентных заменах) между собой. Сборные элементы, образующие различные системы, стереотипно называют также взаимозаменяемыми, что неадекватно логическим основаниям определения этого понятия. Такому случаю соответствуют все стадии развития модели кроме п.1 (номенклатуры элементов) и п.2 (единственной системы), когда сборка или замена каких-либо совокупностей элементов не сохраняет логического тождества систем.

Можно сделать вывод, что несоответствие практики общепринятому понятию взаимозаменяемости является следствием логической ошибки, называемой *отсутствием тождества в основаниях*. Введением контрарного понятия разнотипности, адекватно отражающего по своему определению свойство различия элементов, ошибка устраняется.

Неадекватное применение понятия взаимозаменяемости – результатом несоответствия между *значением* и *смыслом* его в диалектической логике. Здесь принимаемое значение уже вкладываемого смысла. Данное расхождение безразлично к методологии типового проектирования, поскольку оказывает сдерживающее гносеологическое влияние на ее развитие и, следовательно, на эффективность решения двуединой научно-технической проблемы «однообразия и многономенклатурности».

**Технический эффект многообразия систем.** В числе теоретических задач, решенных на модели развития сборных ИСС систем, имеет место выявление *технического эффекта многообразия*. Исследование модели приводит к заключению, что для объяснения и поиска но-

вых путей и средств повышения разнообразия ИСС при уменьшении номенклатуры элементов наряду с формальным необходим диалектический анализ.

Действительно, уже на первой стадии развития системы (п.1), когда имеется множество из разноименных элементов по одному их типу и типоразмеру, оно лишь во *взаимосвязи* (проектной и т.п.) между элементами (т.е. «сами по себе») являются тождественными, удовлетворяя равенству  $\{A, B, C\} = \{A, B, C\}$ . При их *взаимодействии* (силовом и т.п.) такое множество является уже не той же самой совокупностью, а некоторой самостоятельной конструктивно-функциональной системой (в модели – УТС).

Данная система, следовательно, с предыдущим равенством одновременно удовлетворяет и неравенству  $\{A, B, C\} \neq \{A, B, C\}$ , что формально можно объяснить изменением тождества в характеристике свойств этого множества элементов лишь в их взаимосвязи и дополнительно во взаимодействии между собой. В диалектическом аспекте здесь произошла метаморфоза (преобразование как «скачок») отдельной совокупности элементов в систему, нетождественную их первоначальной совокупности.

Метаморфоза последующих (более сложных) систем относительно предыдущих (более простых) имеет место на каждой следующей стадии (п.2 и далее) развития модели: несколько стеновых панелей или плит покрытия видоизменяются в стену или покрытие; они совместно преобразуются в ограждение секции; вместе с элементами каркаса – в секцию; несколько секций – в одноэтажное однопролетное здание, с добавлением средней колонны – в одноэтажное многопролетное здание, то же, многоэтажной колонны – в многоэтажное здание и т.д.

Таким образом, обнаруживается *техническое явление* – **эффект многообразия** как возникновение в ИСС нового, дополнительного или «сверхсуммарного» (т.е. качественно нового) результата в образовании каких-либо различий (нетождеств) вследствие процесса развития взаимосвязи, взаимодействия множеств сборных элементов, обладающих одновременно свойствами взаимо- и разнотолковности, т.е. амбивалентности.

В выражении (2.4.3) дискретные изменения, соответствующие стадиям развития обозначим индексом  $k$ , а происходящие при формо-содержательных изменениях качественно-количественные «скачки» – приращением в функционировании системы  $\Delta F$ . Тогда

$$F_k\{\mathcal{E}C_{nm}\} \Rightarrow F_k(\{\mathcal{E}C_{nm}^u\} \cup \{\mathcal{E}C_{nm}^o\}), \quad (2.5.1)$$

где  $k \in N$  – множество всех неотрицательных чисел.

Если  $k = k_o \pm 1 \Rightarrow F \pm \Delta F$  при  $k > I$ , где  $k_o$  – соответствует начальной стадии развития системы, то

$$F_k\{\mathcal{E}C_{nm}\}|_{k_o \pm 1} \Rightarrow F_{k_o \pm 1}\{\mathcal{E}C_{nm}\} \Rightarrow (F_k \pm \Delta F)\{\mathcal{E}C_{nm}\}. \quad (2.5.2)$$

Здесь знак  $\pm$  соответствует развитию системы в противоположных направлениях усложнения–упрощения. При  $k = 0$  функционирования  $F$  не существует, и система представляется множеством элементов, т.е. номенклатурой по выражению (2.4.1).

Выражение (2.5.2) – запись технического эффекта многообразия ИСС в процессе их развития. Выявленный эффект позволяет получить определенные методические положения для решения проблемы «однообразия и многономенклатурности».

Кумулятивные изменения в системах, образующие последовательный ряд стадий их развития, по основаниям разных форм заменяемости характеризуют свойство взаимозаменяемости как начальную стадию или низший уровень развития свойства амбизаменяемости. На модели видно, что уже при количественном увеличении экземпляров тождественных элементов или структур из них, появляются основания разнотомности, сопровождающиеся техническим эффектом многообразия.

Отсюда следует, что разнотомность как *свойство*, реализуемое сборкой или заменой элементов, может быть и *средством* обеспечения различных технических условий. Понятие разнотомности позволяет получить некоторое разнообразие систем даже посредством номенклатуры взаимозаменяемых элементов.

Метод элементарной диверсификации  $M^{\mathcal{D}}$ , кроме того, обеспечивает возможность получения новых положительных эффектов  $h$  в достижении разнообразия систем из взаимозаменяемых элементов:

$$M^{\mathcal{D}} \Rightarrow F_k\{\mathcal{E}C_{nm}\}|_B|_3 \Leftrightarrow F_h\{\mathcal{E}C_{nm}\}_P, \quad (2.5.3)$$

где индексы  $B, P$  – соответственно взаим-, разнотомность;  $3$  – замены по  $P_n, A_n^m, C_n^m$  соответственно число перестановок из  $n$  элементов, размещений и сочетаний из  $n$  по  $m$ .

Аналогично выражению (2.5.3) описаны другие методы разнотомности, обеспечивающие новые различия в системах; эти мето-

ды приведены и систематизированы далее (см. раздел 4.4).

При сравнении тождественных элементов (структурных частей), например, панелей (стен), сами элементы являются взаимозаменяемыми (равно, как и стены). С изменением в них какого-либо качества (размера, материала и др.) элементы в новой взаимосвязи становятся разнотажменяемыми относительно прежних. При сравнении новых структур с тождественными им структурами они и их элементы вновь становятся взаимотажменяемыми. И так далее на любом уровне сложности систем.

Следовательно, взаимотаж и разнотажменяемость сосуществуют совместно и одновременно как свойство амбизатменяемости (в единстве противоположностей), что отмечалось ранее в иных аспектах. При этом разнотажменяемость представляет более высокий уровень развития технического свойства таменяемости, обеспечивающий и более высокий уровень эффекта многообразия; взаимотажменяемость же – частный (предельно простой) случай разнотажменяемости.

Приемы, образующие многообразие систем методом элементарной диверсификации, характеризуются как «внешние» по отношению к образуемым системам, т.е. получаемые результаты и причины, их обуславливающие, являются *экзогенными* (по положению элементов в системе и относительно друг друга, количеству элементов, составу их типов и т.д.). Видоизменения систем и увеличение их многообразия достигаются, преимущественно, пополнением номенклатуры.

По противоположности следует, что возможны приемы (способы, методы и т.д.) видоизменений систем путем образования непостоянства, изменчивости свойств самих элементов в их собственном качественно-количественном составе и формо-содержательном выражении. В этом случае сборные элементы могут быть структурными, т.е. сами представляются подсистемами (это не относится к цельным сборным элементам, имеющим другие свойства по составу материала, из которого они изготовлены). Такое направление конструктивно-структурного преобразования, направленное «вовнутрь» сборных составных элементов, представляется как *эндогенное* и даст дополнительные возможности повышения эффекта многообразия систем различными приемами (способами, методами и т.п.).

Данное положение подводит к заключению, что сборные ИСС на любом «внешнем» уровне конструктивно-структурной сложности могут иметь разный «внутренний» уровень сложности составляющих его «элементов», поскольку имеют место два противоположных направления получения их различий – *экзо-* и *эндогенный*. Соответствен-

но образуется и объединенный (комплексный) метод их реализации посредством сборки или замены элементов как *агрегатирование–конгломерирование* [В.24]. Очевидны при этом относительность и возможный взаимопереход (сходимость) этих методов в зависимости от принимаемой «точки отсчета» в проектировании «внешних» и «внутренних» систем.

Так, в выражении (2.4.3), если

$$F(\{\mathcal{E}C_{nm}^u\} \subset \{\mathcal{E}C_{nm}^{yu}\}) \text{ и } F(\{\mathcal{E}C_{mn}^o\} \subset \{\mathcal{E}C_{mn}^{yo}\}), \quad (2.5.4)$$

имеет место экзогенная («внешняя») диверсификация; если же

$$F(\{\mathcal{E}C_{nm}^{\delta u}\} \subset \{\mathcal{E}C_{nm}^u\}) \text{ и } F(\{\mathcal{E}C_{mn}^{\delta o}\} \subset \{\mathcal{E}C_{mn}^o\}) \quad (2.5.5)$$

– эндогенная («внутренняя»), где  $u$  и  $\delta$  – индексы отличают соответственно укрупненные и дробные элементы, т.е. части агрегируемых и конгломерируемых систем, подсистем, элементов.

Тогда метод агрегатирования–конгломерирования  $M^{AK}$ , обеспечивающий многообразие ИСС в противоположных направлениях *экзогенного–эндогенного* (индексы –  $\mathcal{E}K$ ,  $\mathcal{E}H$ ) развития систем, имеет выражение

$$M^{AK}|_{\mathcal{E}K, \mathcal{E}H} \Rightarrow (\{\mathcal{E}C_{nm}\} \subset \{\mathcal{E}C_{nm}^y\}) \uparrow \downarrow (\{\mathcal{E}C_{nm}^{\delta}\} \subset \{\mathcal{E}C_{nm}\}) \quad (2.5.6)$$

Метод элементарной диверсификации, использованный в модели, может быть применен для образования новых систем. Пополнение метода новыми приемами (способами и т.п.), расширят его возможности в повышении эффекта многообразия. Многообразие при этом будет большим, если метод «специализировать» в получении различий на принципе разнотипности, поскольку последняя как составляющая амбизаменяемости по своему определению является основным детерминантом эффекта многообразия.

Совокупность методов разнотипности в творческом (нетиповом, индивидуальном и т.п.) проектировании обеспечивает разработку виртуальных решений ИСС, комплексов из них (макросистем) или их структур (подсистем) и отдельных элементов. Выявлению таких методов способствуют экспликация теоретических основ типового проектирования, т.е. разрабатываемая здесь методология ИСС с применением диалектического квадрата заменяемости изделий промышленного производства (см. рис. 2.3.3).

В модели характерно также то, что в приемах образования различий в системах представлено однозначное конструктивно-функцио-



нальное использование элементов – по их прямому назначению. При этом, «нестандартном» применении типовых элементов возможно повышение эффекта многообразия систем с одновременным сокращением номенклатуры сборных изделий за счет изъятия в ней специальных типов и типоразмеров этих изделий.

В многообразии систем из номенклатуры элементов важно, как уже отмечалось, применение метода комбинаторики. Эффективность его возрастает в сочетании простейших приемов (перестановок, размещений, сочетаний) с другими АКТ-методами разнотипности, в связи со сходностью в них характера и результатов получения различий в системах.

Анализ несоответствия признаков элементов основаниям определений разных форм заменяемости можно дополнить более сложными взаимосвязями. Например, при замене элемента типа  $A$ , отвечающего множеству технических условий  $a, b, c$  на элемент типа  $B$ , отвечающий условиям  $b, c, d$ , возможна замена по общим в них одинаковым признакам  $b, c$ . Тогда элементы  $A$  и  $B$  характеризуются (не строго) как взаимозаменяемые, несмотря на несоответствие первому основанию взаимозаменяемости.

При замене тех же элементов  $A$  и  $B$  по условию  $a$  или  $d$  (неодинаковым в этих элементах) они – разнотипные (также не строго формально), несмотря на наличие «тех же самых» одинаковых для них условий  $b, c$  по второму основанию взаимозаменяемости. То есть, учитывая выражения аксиомы тождества (2.2.3,а) и аксиомы различия (2.2.3,б), а также определений взаимозаменяемости (2.3.1) и разнотипности (2.3.2), если

$$A \rightarrow (a, b, c), B \rightarrow (b, c, d), \text{ то } A(a, b, c) \Leftrightarrow B(b, c, d) \quad (2.5.7)$$

при  $a = d = 0$ , т.е. признаки  $a, d$  – несущественны  $\{A, B\} \rightarrow \{\mathcal{E}_{nm}\}_{B \Rightarrow 3_B}$ ;

$$A(a, b, c) = \overline{B(b, c, d)} \text{ при } a \neq d \neq 0, \quad (2.5.8)$$

т.е. признаки  $a, d$  – существенны  $\{a, b\} \{\mathcal{E}_{nm}\}_p \Rightarrow 3_p$ . Однако

$$\{A, B\} \rightarrow \{\mathcal{E}_{nm}\}_A \Rightarrow 3_A \text{ при любых } a, d \quad (2.5.9)$$

согласно выражениям (2.3.3) и (2.3.6).

Следовательно, возможна более развитая типология заменяемости во взаимосвязи оснований их определений с пересекающимися объемами и содержанием оснований, отражающими отход от формаль-

ного к реальному удовлетворению практики проектирования.

Диалектический анализ форм заменяемости «размывает» формальные определения, обеспечивая разносторонние логико-понятийные описания и не только сборных, но и других ИСС (из мелкоштучных, монолитных элементов и др.) в аспекте эффекта многообразия. Это придает разрабатываемой методологии возможность приближения проектных решений к реальному многообразию ИСС через адекватное отражение проблемы «однообразия и многономенклатурности» (см. раздел 4.2) [В.19].

\*\*\*

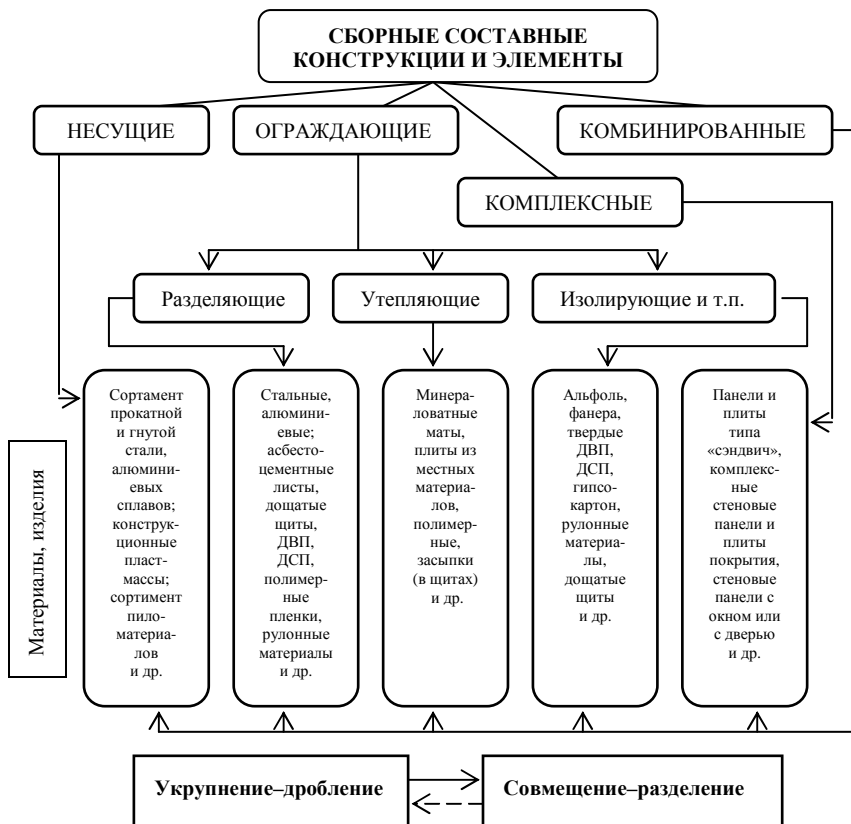
В данном разделе на модели развития формальным и диалектическим анализом обнаружен технический эффект многообразия ИСС. Установлено, что результативность эффекта выше при использовании разнозаменимой формы заменяемости элементов (в сравнении со взаимозаменимой). Определены экзогенный и эндогенный направления многообразия ИСС, а также установлена возможность их агрегатирования и конгломерирования как методами разнозаменимости, которые могут использоваться для увеличения разнообразия ИСС.

## **2.6. Систематизация факторов образования различий**

**Эндогенная диверсификация сборных систем.** Рассмотренную выше модель развития ИСС как экзогенное направление диверсификации («внешнее» разнообразие) можно дополнить принципиальной схемой эндогенной диверсификации (их «внутренним» разнообразием) структурных частей зданий и сооружений или их комплексных конструкций, т.е. подсистем из комплектов (номенклатуры) разнозаменимых элементов (рис. 2.6.1).

Многообразие составных конструкций образуется изделиями, являющимися по структуре неделимыми (т.е. элементами), а по назначению – комплектовыми (т.е. для систем, подсистем). Их конструктивно разнообразная номенклатура выполнена из разных материалов, обладающих различными строительными (физическими, механическими, эстетическими и др.) свойствами. Замена одних составляющих элементов на другие, одних видов материалов на другие, одних характеристик какого-либо материала на другие и так далее дает множество составных конструкций (подсистем) с разными эксплуатационными качествами.

Строительные конструкции из любого однородного материала в



**Рис. 2.6.1 – Схема к методу эндогенной диверсификации составных строительных конструкций (подсистем) из разнозаменимых элементов**

предложенной схеме рассматриваются как частный случай разнозаменимости, когда ее нет в эндогенном направлении. Это соответствует сборным изделиям, выполненным из твердеющих или природных материалов. Для них возможна, преимущественно, экзогенная диверсификация в сборных системах. Хотя в изделиях из твердеющих материалов эндогенная диверсификация может реализоваться через компоненты или ингредиенты бетонов или растворов подобно элементам в сборных системах.

В схеме эндогенной диверсификации составных изделий из штучных составляющих для образования номенклатуры используются конструктивно-технологические приемы *совмещения-разделения*

и укрупнения—дробления (элементов, функций и др.) в сочетании с методом комбинаторики [В.24]. Перечень видов конструкционных, тепло-, звукоизоляционных, паро-, воздухонепроницаемых, водостойких, несгораемых и других материалов с различными характеристиками может изменяться, исходя из условий и целей решаемых задач при конструировании.

Методы эндо- и экзогенной диверсификации сборных ИСС как методы разнотипности использованы при решении частных проблем сборно-разборных зданий в условиях дефицита их оборачиваемости в угледобывающей отрасли и ряда проектно-конструкторских задач (см. раздел 5.1).

Анализ опыта проектирования, проектно-конструкторских работ, а также описаний отечественных и зарубежных изобретений позволил выделить два укрупненных пути (как первооснову и как первопричину), необходимых для реализации принципа разнотипности:

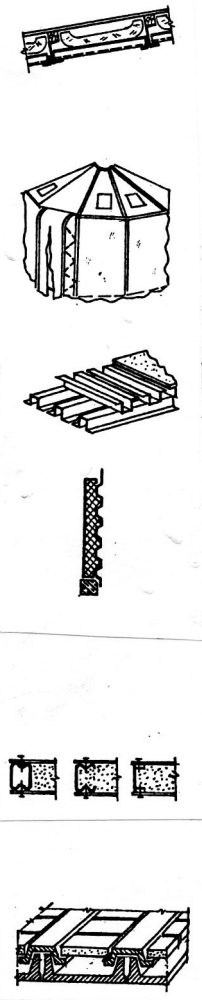
- первый – получение каких-либо материальных различий в сборных элементах и системах (в геометрической форме, в вещественных свойствах и др.);
- второй – наличие различий во взаимосвязи, взаимодействии между сборными изделиями (конструктивной, функциональной и проч.).

Оба пути обеспечиваются методами разнотипности, выявление и разработка которых создает определенный *арсенал* средств целенаправленного увеличения проектировщиком многообразия ИСС. Для этого методологии необходима более полная систематизация *факторов* и их *составляющих* обеспечения тождеств и различий в элементах и системах.

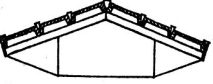

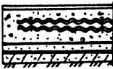


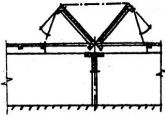
Методы экзо-, эндогенной элементарной диверсификации, иллюстрированные рис. 2.4.1, 2.4.2, 2.4.3 и 2.6.1, дают предпосылки для такой систематизации, вытекающие из анализа модели развития сборных индустриализированных систем. Используются также характерные архитектурно-конструктивные и конструктивно-технологические решения мирового патентного фонда. Выборка показательных изобретений по идее разнотипности приведена в табл. 2.6.1 (см. совместно с табл. 3.3.2).

Примеры, приведенные в табл. 2.6.1, могут быть дополнены решениями, выявленными в научно-технической литературе. Например, такими как: ОПЭ из вариантных деталей для строительства курортных зданий с пролетами поперечной рамы 4,5+4,5+4,5; 4,5+3+4,5 м [153]; объединенные блоки нескольких типов и типоразмеров с различной

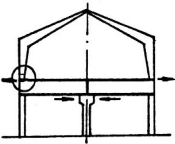

**Таблица 2.6.1 – Характерные изобретения, содержащие разноразменяемость сборных изделий**

<p>Название изобретения (страна, № а.с., патента, авторы, год опубликования)</p>	<p>Схема, эскиз</p>	<p>Комментарий в аспекте принципа заменяемости</p>
<p>1. Устройство для крепления нижнего ряда волнистых асбестоцементных листов (СССР, 89310, Н.И. Лукашин, 1940)</p> <p>2. Тордох (чум) с дверным блоком и тамбуром (СССР, 125025, Л.И. Файко, 1959)</p> <p>3. Отдельная плита для покрытия несущих каркасов (ФРГ, 1759411, 1971)</p> <p>4. Строительная панель (Великобритания, 1267807, 1972)</p> <p>5. Панель ограждения (СССР, 634006, А.А. Альбицкий и др., 1978)</p> <p>6. Террасное покрытие (СССР, 779535, С.В. Карапетян и др., 1980)</p>		<p>Применение асбестоцементных волнистых листов для внутреннего ограждающего и несущего массу утеплителя элемента в покрытии, тем самым повышается сборность построечного метода строительства</p> <p>Применение нарт (транспортное средство) в качестве тамбура с дверным блоком в мобильном жилище</p> <p>Применение гофрированных листов для устройства плит большой жесткости в продольном и поперечном сечениях</p> <p>Применение гофрированных листов из стали или алюминиевых сплавов как формообразующего объема для заполнения вспенивающимся полимером с совмещением в панели несущей и защитной функций</p> <p>Применение экструзионных гнутых металлических и других профилей для внутреннего каркаса панелей ограждения</p> <p>Возможна разноразменяемость при использовании типовых ребристых и плоских плит в новом положении и сочетании</p>

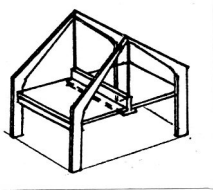
Продолжение табл. 2.6.1

Название изобретения (страна, № а.с., патента, авторы, год опубликования)	Схема, эскиз	Комментарий в аспекте принципа заменяемости
7. Шпренгельная балка покрытия (СССР, 821666, А.Я. Глушанков и др., 1981)		Такие же плиты применены в том же качестве, но в иной работе под нагрузкой; образуют дополнительную высоту верхнего пояса фермы, включенного в работу на сжатие в плоскости полог плит
8. Панель перегородки (СССР, 800314, С.В. Карапетян, 1981)		Применение профилированных настилов и плоских листов строительного картона в качестве сердечника для повышения звукоизолирующих свойств
9. Обогреваемый пол (СССР, 1145111, А.И. Фомичев, 1985)		Применение асбестоцементных волнистых листов с целью повышения равномерности обогрева и снижения затрат на обогрев
10. Строительная панель (СССР, 724662, П.Г. Лелюк, 1980)		Применение того же изделия в утепленной панели ограждения
11. Предварительно напряженный элемент настила перекрытий (СССР, 83784, С.А. Дмитриев, 1949)		Решение, в котором могут быть применены те же плиты (с модификацией в отношении армирования полог и ребер)
12. Фонарное покрытие многопролетного здания (СССР, 855144, А.В. Сирота, 1981)		Использование типовых ребристых плит по прямому назначению, но с дополнительным функционально-технологическим эффектом за счет изменения собственного положения в системе таких же элементов

Продолжение табл. 2.6.1

Название изобретения (страна, № а.с., патента, авторы, год опубликования)	Схема, эскиз	Комментарий в аспекте принципа заменяемости
13. Железобетонный свод (СССР, 1298323, А.И. Мельник, 1987)		Аналогично а.с. 821666, применены типовые ребристые плиты покрытий промышленных зданий разных типоразмеров для снижения материалоемкости затяжки
14. Сборно-монолитное перекрытие (СССР, 804804, В.В. Бедарев и др., 1981)		Применение гофрированных настилов как оставляемой опалубки при изготовлении монолитных перекрытий; для экономии бетона и облегчения конструкции здесь в растянутой зоне образованы пустоты То же, что в предыдущем решении, но для повышения несущей способности монолитной плиты и опалубки нижняя зона настила усилена сквозной арматурой Пример разнозаменимости типовых Г-образных полурам; эффект – погашение распора ригелями нижней стоечно-балочной частью каркаса В решении использованы типовые плиты со снижением материалоемкости балки; расширена область их применения; экономится металл за счет усиления действия разгружающего момента сил
15. Строительная плита (СССР, 846683, Ю.И.Лубошников и др., 1981)		
16. Многоэтажное здание (СССР, 1114774, А.А.Ломанов, 1984)		
17. Способ монтажа покрытия (СССР, 1260475, С.Н.Косых и др, 1986)		

Продолжение табл. 2.6.1

Название изобретения (страна, № а.с., патента, авторы, год опубликования)	Схема, эскиз	Комментарий в аспекте принципа заменяемости
18. Рамный каркас однопролетных одноэтажных зданий (СССР, 1357514, В.А.Шибает, 1987)		В описании изобретения не предусмотрено, но возможно использование типовых Г-образных трехшарнирных рам (при выборе типоразмера по несущей способности на соответствующую нагрузку на покрытие)

разрезкой, образующие комбинируемые базовые типы жилых ячеек различной высоты [165]; складные балки переменной длины для реконструкции перекрытий зданий дореволюционной постройки [207, с.104]; унифицированные безригельные каркасы (УБК), образующие шестигранную в плане ячейку для различных гражданских зданий [81, с.51]; каркасно-панельные здания «РАМПА» и «ИКАР» [274] и др.

Анализ отобранных АКТ-решений (преимущественно изобретений) показывает, что характерным для получения свойства разнотипности элементов является фактор, связанный с их геометрической формой (фигурой), ее параметрами, а также параметрами положения в пространстве – в модульных координационных осях и строительных отметках. Простые геометрические фигуры используют, например, в композиции промышленной архитектуры: шары – для газгольдеров, хранилищ сжиженного бутана, нефтепродуктов; цилиндры – для силосных банок, резервуаров; кубы – для бункеров; усеченные конусы – для дымовых труб; прямоугольные параллелепипеды – для промышленных корпусов, жилых домов и общественных зданий и т.д. [например, 33].

Решения ряда задач при проектировании конструкций зданий и сооружений могут быть получены приемом *объединения–разделения*, выполняемым с простыми геометрическими фигурами в их различных комбинациях *упрощения–усложнения* систем (рис. 2.6.2).

Принятая за основу абстрактная форма в реальных ИСС является условной и относительной. Например, условностью является то, что «точечные» изделия обладают площадью, объемом, конфигурацией контура, конструктивными особенностями (отверстиями, выступами и проч.). Относительна также соизмеримость соединительной детали с элементом стены как «точечного» изделия с «плоской» конструкцией.





**Рис. 2.6.2 – Уровни сложности ИСС  
из сборных элементов с разнозаменимыми свойствами**

1 – последовательность перехода «от простого к сложному» и, наоборот; 2 – возможные направления изменения состава сложности

Другие примеры: объемный блок может рассматриваться как «часть пространства» в небольшой архитектурно-строительной системе и как «точка» в крупной системе; отрезок как «часть линии» имеет ширину – паркетная клепка, полоса стали и т.п. или диаметр – арматурный стержень, газопроводная труба и др. Подобные условности являются в реальном многообразии источником эвристических решений при конструировании.

Очевидно, чем более сложна геометрическая фигура, тем более развита совокупность ее параметров. Возможные различия в каждой из фигур проявляются через изменения их параметров, при этом по мере усложнения параметры последующих фигур включают предыдущие. Например, в «точке» разнообразие возможно за счет изменения высоты, радиуса и т.д.; в «отрезке» дополнительно появляются параметры протяженности и ее особенности: длина, радиус кривизны, угол изгиба и т.д.

Конструкции часто представляют собой не простые геометрические фигуры, а определенные сочетания их между собой и в разном количестве, взаимном положении и т.д. Поэтому комбинаторика включена как следующий фактор обеспечения разнозаменимости. Компактно этот фактор отражен в табл. 2.6.3, а развернутыми его взаимосвязями удобно пользоваться фрагментарно.

Комбинаторика взаимосвязана со всеми факторами, учтенными систематизацией. Например, при комбинировании (совмещении) геомет-

рической формы и ее параметров с характеристиками свойств материалов увеличивается многообразие элементов.

В частности, железобетонное, стальное или полимерное, жесткое, гибкое или эластичное применительно к полосе («части поверхности») дает соответственно пилон или нащельник («часть линии») или же уплотнитель швов.

Фигуры группы «часть поверхности» определяют одно- и многослойные стеновые панели, многопустотные плиты настилов и т.п., фигуры группы «часть пространства» дают объемные железобетонные блоки или контейнерные модули из «сэндвичей» и т.д.

Таким образом, виды материалов, их строительные свойства, конкретные характеристики являются еще одним – материально-вещественным – фактором обеспечения тождеств или различий элементов. Наложением на геометрические формы с их параметрами различных физико-механических свойств абстрактные фигуры приобретают черты реальных АКТ-систем. Прием наложения дает увеличение разнообразия.

Переход от «низшей» группы к «высшей» имеет скачкообразный характер, который можно рассматривать как следствие количественных изменений: от «точки» к «части линии» – увеличением числа точек в ряду; от «части линии» к «части поверхности» – числа одинаковых линий, уложенных рядом; от «части поверхности» к «части пространства» – одинаковых поверхностей, уложенных друг на друга и так далее, подразумевая подобные конструктивные составляющие и технологические операции.

Существенным фактором является совокупность методов образования различий в элементах и системах. В связи с разнообразием таких методов, пригодных для проектирования ИСС целесообразна их отдельная систематизация (см. раздел 4.4).

Взаимодействие перечисленных факторов и их составляющих обеспечивает относительно полное соответствие разрабатываемой систематизации реальному многообразию ИСС, проектируемых на принципе разнообразности.

Для достижения исчерпывающей полноты необходимо также включение фактора времени, учитываемого через функционально-конструктивные, конструктивно-технологические и другие свойства, проявляющиеся в элементах и системах в одинаковом и разном качестве и количестве, форме и содержании при производстве изделий, монтаже зданий и сооружений, их эксплуатации и т.д.

Систематизацией учтен всеобщий фактор, принятый ранее как первооснова многообразия ИСС – качественно-количественный состав и формо-содержательное выражение элементов и систем, а также все-

общий фактор взаимосвязи, взаимодействия элементов и систем, принятый как первопричина их многообразия.

Исходя из диалектической концепции мироздания и сверяя с нею разрабатываемую систематизацию факторов многообразия сборных и других ИСС, можно установить соотносительность всего состава факторов и их составляющих с категориями этой концепции (табл. 2.6.3).

**Таблица 2.6.3 – Соподчинение факторов многообразия элементов и систем с категориями диалектической концепции мироздания в АКТ-интерпретации**

«Составляющие» категории мироздания			
Пространство ( <i>Пр</i> )	Материя ( <i>Мм</i> )	Движение ( <i>Дв</i> )	Время ( <i>Вр</i> )
Качественно-количественный состав и формо-содержательное выражение; взаимосвязь, взаимодействие			
Геометрическая форма Геометрические параметры элементов, систем: внутренние, внешние и др.	Вещественные качества материалов (строительные свойства) Архитектурно-конструктивно-технологические качества и др.	Методы (приемы, способы и т.п.) образования различий Комбинации: • геометрических форм, • строительных свойств, • архитектурно-конструктивно-технологических качеств, • методов, способов, приемов и т.п. и др.	Как параметр функциональный, технологический и т.п. В характеристиках свойств (материалов, элементов, систем) и др.

Представленной совокупностью факторов возможно образование любых известных и новых ИСС из взаимно- и заменяемых элементов. Эта таблица представляется методическим средством решения творческих задач при проектировании, руководствуясь методологическими положениями обобщенной заменяемости [В.27].

Табл. 2.6.3 является «свернутой» формой множества возможных проявлений заменяемости. При наличии замысла АКТ-решения это множество раскрывается выбором необходимой комбинации факторов и перебором каждой из составляющих во фрагментах матричной формы по рис. 2.6.2 и табл. 2.6.4. Развернутые по табл. 2.6.4 фрагменты с разной степенью детализации образуют по графам и колонкам ячейки, которые заполняют известными решениями. Достаточное пополнение

массива отобранными изобретениями обеспечивает необходимый уровень полноты информации.

Наличие «белых» ячеек свидетельствует об отсутствии АКТ-решений, признаки которых (с конкретными характеристиками) определяют заголовки граф и колонок. Это конкретизирует поиск при повторном обзоре, а отсутствие искомого решения свидетельствует о его объективной новизне и возможности разработки. В окончательном виде систематизация факторов обеспечения многообразия (тождеств и различий) ИСС приведена в табл. 2.6.4.

**Таблица 2.6.4. – систематизация факторов обеспечения тождеств и различий (многообразия) и их составляющие в ИСС**

Группа факторов, их составляющие	Существенная характеристика			
<b>Пр</b> 1. Геометрическая форма	Определяет общую форму конструкций, структурных частей зданий и сооружений их в целом т.д. в фигурах:			
	«точка»	«часть линии»	«часть поверхности с линиями»	«часть пространства с поверхностями»
		прямая, ломаная, криволинейная	прямыми (квадрат и др.), ломаными (трапеция и др.), криволинейными (круг и др.), составными (полукруг и др.)	плоскими (куб и др.), ломаными (гофры и др.), криволинейными (шар и др.), составными (конус и др.)
	Определяют допуски на собственные размеры, габаритные размеры конструкций, размеры их конструктивных особенностей и т.п. в фигурах:			
2. Геометрические параметры собственные («внутренние»)	«точка»	«часть линии»	«часть поверхности с линиями»	«часть пространства с поверхностями»
	ширина, толщина, радиус, угол и др.	дополнительно величины протяженности	дополнительно величины площадей	дополнительно величины объемов
	Определяют собственное положение (ориентацию), положение относительно других элементов в координационной сетке или привязку; допуски на монтажные размеры или посадки, положение на местности или геодезическую привязку и т.п.			
3. Геометрические параметры положения в системе («внешние»)				

Продолжение табл. 2.6.4

Группа факторов, их составляющие	Существенная характеристика
<p><b>Мм</b> 1. Вещественные качества (строительные свойства)</p> <p>2. Архитектурно-конструктивно-технологические (АКТ-) качества</p>	<p>Определяют общие характеристики качества изделий по материалу: плотные, рыхлые; жесткие, эластичные; крупнозернистые, мелкодисперсные и т.д.; регламентируют технические условия (ТУ) на стандартные показатели качества: прочностные, деформационные, проницаемости, связности, пластичности, морозостойкости, горючести и т.д.</p> <p>Определяют: художественно-эстетическую и т.п. оценку, восприятие; характер работы на нагрузки и воздействия, строительные требования (свойства, характеристики, показатели и т.п.); общие конструктивно-функциональные характеристики: цельные, составные; поворотные, неподвижные; жесткие, шарнирные и т.д.; характеризуют конструктивно-технологические особенности: наличие вырезов, отверстий, пазов, закруглений и т.п.; закладных деталей, монтажных связей, анкеров и т.п.</p>
<p><b>Дв</b> 1. Комбинация геометрических фигур</p> <p>2. То же, вещественных качеств</p> <p>3. То же, АКТ-качеств</p> <p>4. Приемы, способы, методы и т.п.</p> <p>4.1. Комбинации приемов, способов и т.п. образования различий при <i>формальной</i> заменяемости</p> <p>4.2. то же при <i>неформальной</i></p> <p>4.3. то же, при <i>неноминальной</i></p>	<p>По содержанию фактора <b>Пр</b>, пп.1, 2, 3; см. также рис. 2.6.2</p>
	<p>По содержанию фактора <b>Мм</b>, п.1; см. также рис. 2.6.1</p>
	<p>По содержанию фактора <b>Мм</b>, п.2</p>
	<p>Обеспечивает многообразие в условиях производства изделий, возведения зданий и сооружений, их эксплуатации, функционирования; определяют общие качества (состояние) элементов, систем: стационарность, мобильность; сборность, разборность; съемность, неразъемность; укрупнение, дробление, совмещение, разделение, объединение; сочленение; концентрацию, рассредоточение и т.п.</p>
	<p>Образуются по п.4, например, сборка – разборка; укрупнение – дробление объединение – разделение; концентрация – рассредоточение и т.п.; см. рис. 2.4.1, 2.4.2, 2.4.3, 2.6.1, 2.6.2; включают традиционные методы, например, типовых привязок, методы типового проектирования и др.; а также другие (новые) методы</p>
	<p>Включают отдельное использование несборных (мелкоштучных, длинномерных и др.) и монолитных изделий; совместное использование сборных, несборных и монолитных изделий; Дополнительную подгонку или доработку сборных изделий; изменения в сборных изделиях при изготовлении (формовании); а также другие (в т.ч. новые) методы</p> <p>Заменяемость элементов и систем не по техническим условиям (ТУ), а их альтернативными вариантами по другим значимым признакам качества (социальным и др.)</p>

Продолжение табл. 2.6.4

Группа факторов, их составляющие	Существенная характеристика
<b>Вр</b> 1. Время как параметр процессов и т.п.  2. Время в свойствах материалов и др.	Реализуется в технологических процессах (например, время схватывания бетона и др.; в функциональных процессах (например, время эвакуации людей из зданий и т.п.)  Учитывается в проектных характеристиках строительных материалов, сборных изделиях, зданиях и сооружениях в целом и др. (предел огнестойкости, например, класс долговечности т.п.)
Качественно-количественный состав и формо-содержательное выражение	Обобщенный фактор, содержит все предыдущие с их составляющими, проявляется комплексно в любом конкретном виде: например, в модульном выражении несущей способности строительных конструкций, теплотехнических свойств и т.д.
Взаимосвязь, взаимодействие	Обобщенный фактор, реализующийся совместно с предыдущим

Приведенный табличный и иллюстративный материал с предложенной методикой образования АКТ-решений представляют собой *фрагментарно-матричный метод* решения креативных задач при проектировании ИСС, основанном на принципе разноточности.

Изобретения автора, систематизированные фрагментарно-матричным методом, приведены в табл. 2.6.5, составленной по признаку геометрических фигур и их комбинаций; ряд изобретений получен этим методом.

Таблица 2.6.5 – Авторские АКТ-решения, содержащие свойство разноточности

Группа модулей	Наименование изобретения (комментарий)	Источник описания
1. «Точка»		
	Секция сборно-разборного здания с выдвижными базами (клиновидный храповик для принудительного устранения люфтов в шарнирных узлах )	Рис 5.1.3,б, Г.6
	Опора стойки рамы (катучий элемент в наклонных прорезях базы; люфты устраняет самопроизвольно)	Г.5
	Узел соединения плит покрытия с пролетной конструкцией (со стальной крестовиной в эпоксидном компаунде, исключая сварку)	Г.34
	Наконечник сборной сваи (с раскрывающимися при погружении лопастями для увеличения несущей способности свайного фундамента)	Г.47

Продолжение табл. 2.6.5

Группа модулей	Название изобретения (комментарий)	Источник описания
2. «Части линий»		
2.1. Прямые	Покрытие здания ( типовые плиты приваривают в углах по диагоналям к пролетным конструкциям, чем исключаются две закладные детали)	Г.16
	Покрытие культивационного сооружения (швеллерный стеклопрофилит применен в качестве светопрозрачного шпросса – прогона и водосточного желоба; увеличивается светоактивность покрытия)	Г.45
2.2. Ломаные	Полурама трехшарнирной рамы (с Г-образной стойкой и комплектом разнозаменимых пролетных и стоечных элементов; увеличивает варианты габаритных схем при сокращении номенклатуры)	Г.51; рис. 5.1.14, 5.1.15
2.3. Кривые	Устройство для усиления балки (гибкий пояс из высокопрочной полосы с регулировкой натяжения подвижным шпренгелем; сборная конструкция, используемая при реконструкции зданий)	Г.19
2.4. Сложные	Способ образования составных рам из сборных элементов (составные Г-образные полурамы из элементов с модульной несущей способностью; сокращается номенклатура элементов)	рис. 5.2.9, 5.2.10
	Навесная перегородка (с гибким несущим тяжом, подвесками и поддоном для бетона; исключает нагрузку на перекрытие, усиливает стены)	Г.53
3.«Части поверхности»:		
3.1. Плоские	Защитное ограждение проема в стене (щит с обечайкой по центру масс для пропуска каната; улучшает условия труда)	Г.29
	Торцевая стена промышленного здания (с вертикальной установкой типовых панелей; расширяет область применения типовых панелей)	Г.36; рис. 5.1.21
	Торцевая стена каркасно-панельного здания (с горизонтально-вертикальной раскладкой типовых панелей; исключает типовые конструкции каркаса)	Г.36; рис. 5.1.23
	Способ изготовления многослойной стеновой панели (горизонтальным формованием с послойной укладкой бетона и песка и последующим удалением песка после твердения бетона; исключает использование эффективного утеплителя)	Г.44; рис. 5.2.17
3.2. Ломаные	Одноэтажное здание (с «обратным» положением Г-образных полурам в поперечном сечении здания; расширяются объемно-планировочные возможности зданий)	Г.31 рис. 5.1.17

Продолжение табл. 2.6.5

Группа модулей	Название изобретения (комментарий)	Источник описания
	Секция сборно-разборного здания (с наклонно сочлененными стойками панелей стен и ригелями плит покрытия)	Г.32 Рис. 5.1.4
3.3. Кривые	Защитная штора (с гибким полотнищем; альтернативная решению по Г.29, см. выше)	Г.9
3.4. Сложные	Фундамент из сборного железобетона зданий, сооружений (с плоской сваей и опорным тавровым элементом; «специализирован на сдвиг» взамен типовому)	Г.15
4. «Части пространства»:		
4.1. Прямоугольные	Складная секция здания (многокомнатная секция из шарнирно соединенных панелей стен и плит; соответствует габаритам дорог)	Г.12; рис. 5.1.10
4.2. Косогольные	Ограждение проема (со шторой в виде усеченной пирамиды с гофрированными стенками; альтернативное решению по Г.9, см. выше)	Г.10
	Пирамида для временного складирования строительных панелей (компактна и не металлоемка)	Г.40
4.3. Ломаные	Складчатое стеновое ограждение (здание с трансформируемыми стенами из сборных панелей, укладываемых «гармошкой»; соответствует технологическому назначению здания)	Г.20
4.4. Кривые	Сборный фундамент (с цилиндрическими боковыми поверхностями для удобства изготовления под них металлоформ из труб разного диаметра)	Г.52
4.5. Сложные	Хранилище для сыпучих материалов (нестационарное с гибкими стенками; унифицирована несущая способность гибких емкостей)	Г.21 рис. 5.2.18
	Ступенчатый фундамент (с разнопрочным материалом по высоте и в плане; экономит цемент)	Г.25
	Контейнерное трансформируемое здание (с жестким корпусом и двумя откидными отсеками вдоль корпуса; соответствует габаритам дорог)	Г.14; рис. 5.1.11
	Контейнерное трансформируемое здание (то же, но с откидными отсеками в торцах)	Г.18; рис. 5.1.12
4.6. Структурные	Пространственная ферма покрытия (со световодами, совмещенными с нижним перекрестным поясом)	рис. 5.4.10
5. Комбинации фигур:		
5.1. Точка – точка	Унифицированная секция сборно-разборного здания (с шарнирно-буферными узлами)	Г.4 рис. 5.1.2
	Складная секция сборно-разборного здания (с двухшарнирными узлами)	Г.8 рис. 5.1.1



Продолжение табл. 2.6.5

Группа модулей	Название изобретения (комментарий)	Источник описания
5.2. Точка – прямая	Наконечник сваи (в шарнире поворачиваются длинные лопасти до упора в плоский торец)	Г.17
	Свая (сборная полая свая с уширением на конце из разнопрочного материала)	Г.23; рис. 5.4.9
	Сборный каркас многоэтажных зданий (из стоек в виде опор электросетей с полубалками по обе стороны опор)	Г.38; рис. 5.1.20
5.3. Прямая – ломаная	Способ образования рам (с комплектом разнозамещающих пролетных вставок)	Г.26 рис. 5.2.1
5.4. Прямая – прямо-угольник	Продольная рама каркаса многоэтажного здания (с колоннами единичной модульной несущей способности)	Г.41; рис. 5.2.12
5.5. Прямо-угольник – прямо-угольник	Одноэтажное здание (с разнозамещаемыми типовыми стеновыми панелями, используемыми в качестве опор под структурные фермы)	Г.42; рис. 5.1.24
	Секция сборно-разборного здания (с внешней разнозамещаемостью панелей и плит)	Г.3; рис. 5.1.5
	Панель ограждения сборно-разборного здания, сооружения (с внутренней разнозамещаемостью панелей и плит)	Г.11; рис. 5.1.8
5.6. Ломаные: прямая – плоскость	Здание (к трехшарнирной раме с уравнивающими консолями подвешены стеновые панели, объединенные с плитой пола)	Г.27
5.7. Поверхности: кривая – кривая	Стыковое соединение колонны с фундаментом (две цилиндрические взаимно перпендикулярные поверхности образуют шарнирную опору стойки трехшарнирной рамы)	Г.37
5.8. Объемы: прямоугольный прямо-угольный	Передвижной трансформируемый жилой блок (пара объемов вдвигается в соответствующие им внешние объемы с торцов, образуя утепленные стены за счет их удвоения и тамбуры для зимнего периода эксплуатации)	Г.35; рис. 5.1.13
5.9. Сложные сочетания	Фундамент под оборудование (плита-основание с винтовыми сваями и уголковым элементом по ее противоположным сторонам, противодействующие наклонной нагрузке)	Г.7
	Фундамент под распорную конструкцию (разнозамещаемые опорный и подпорные блоки ступенчатой формы под различные габаритные параметры трехшарнирных рам)	Г.28
	Кормушка (из типовых стандартных элементов с иным конструктивно-функциональным применением)	Г.33

Продолжение табл. 2.6.5

Группа модулей	Название изобретения (комментарий)	Источник описания
	Здание, возводимое на пучинистых грунтах (с двух-консольной продольно-поперечной рамой, накрывающей собою зону сезонного промерзания грунтов)	Г.43
	Реконструируемый многоэтажный крупнопанельный жилой дом (с продлением долговечности)	Г.46; рис. 5.4.2

и др.

Подобная систематизация, относящаяся к области технической эстетики, в научной литературе имеется [35]. Она разработана в концепции комбинаторики формообразования и архитектоники промышленных изделий. Это свидетельствует об объективных закономерностях в образовании свойств изделий промышленного производства.

Приведенная здесь систематизация дополнена обоснованием ее массивом изобретений из мирового патентного фонда в области строительства и разработкой на этой основе множества авторских решений с представлением их в таблицах и схемах.

\*\*\*

В данном разделе составлена схема эндогенной диверсификации ИСС из заменяемых элементов и предложен одноименный метод конструирования как метод разнотипности, которые дали предпосылки для систематизации факторов многообразия ИСС.

Выявленные и систематизированные факторы образования различий (и тождеств) элементов и систем позволяют учитывать их при АКТ-проектировании и конструировании одинаковых и различных зданий и сооружений, их структурных частей и отдельных конструкций. Сверка этих факторов с диалектико-материалистической концепцией мироздания обеспечивает исчерпывающую их полноту в предложенной систематизации для обеспечения многообразия ИСС.

Отличие приведенной систематизации состоит: в принятии другой первоосновы многообразия сборных элементов и систем – их качественно-количественного состава и формо-содержательного выражения, а также первопричины многообразия – взаимосвязи, взаимодействия элементов; в системном подходе раскрытия АКТ-аспекта принятой первоосновы и первопричины источника многообразия ИСС, позволившего исчерпать факторы многообразия с архитектурно-конструктивной, инженерно-строительной, эксплуатационно-технологической и других сторон; учете комбинаторики как фактора одного уровня ро-

довидового соподчинения с другими факторами; рассмотрении систем и элементов в аспекте взаимо-, разно-, амбизаменяемости как технического явления в серийном промышленном производстве; исследовании ИСС в развитии [В.27].

Предложен фрагментарно-матричный метод, позволяющий образовывать ИСС со взаимо- и разнозаменяемыми сборными, а также другими (мелкоштучными, монолитными, комбинированными; структурными, насыпными; твердыми, жидко-, газонаполненными и т.п.) элементами.

Разработанная в данном разделе систематизация будет иметь теоретическое дополнение по содержанию в отношении свойства, методов и принципа модульности элементов и систем (см. главу 3).

## **Выводы по главе**

1. На основании логико-методологической экспликации понятия взаимозаменяемости сборных элементов за первооснову многообразия ИСС приняты качественно-количественный состав и формо-содержательное выражение их элементов, а за первопричину – взаимосвязь, взаимодействие элементов в этом составе и выражении.

2. Исходя из принятого первоисточника (первоосновы и первопричины), сделан анализ атрибутивных признаков образования тождеств и различий сборных элементов и систем, позволивший объяснить латентность (скрытность) технического свойства заменяемости в его разных логических составляющих и диалектических уровнях: взаимо-, разно- и амби- заменяемости. Последняя представляет собой единство двойственных функций предыдущих как противоположностей.

3. Синтез материально-вещественных, конструктивно-технологических, архитектурно-конструктивных, эксплуатационно-технических и других признаков как реального содержания формально-логических оснований определений разных форм заменяемости позволяет объяснять, описывать и образовывать многообразие сборных и других систем посредством диалектического квадрата заменяемости элементов серийного промышленного производства.

4. Моделированием развития ИСС из номенклатуры сборных элементов промышленного серийного производства подтверждены принятые за первооснову и первопричину гипотезы образования различий (и тождеств), а также проявление последних через свойства взаимо- и разнозаменяемости, т.е. амбизаменяемости или заменяемости вообще.

5. При моделировании развития ИСС выявлен технический эффект их многообразия как скачкообразный, «сверхсуммарный» резуль-

тат превращения (метаморфозы) функционирующих множеств элементов (их номенклатуры, структурных частей зданий, сооружений как подсистем, комплексов последних как макросистем) из «низших» уровней развития в «высшие»; выявлены условия повышения результативности технического эффекта при проектировании зданий и сооружений как ИСС.

6. Проведенный анализ массива изобретений мирового патентного фонда различных областей техники (преимущественно, области строительства) в аспекте выявленного свойства разнотипности позволил разработать объективно полную систематизацию факторов образования одно-, разнотипности ИСС из сборных и других элементов. Эта систематизация дает возможность повысить эффективность решения основной проблемы, поставленной в данном издании, по увеличению разнотипности сборных и других ИСС при снижении номенклатуры элементов (сборных строительных конструкций, опалубочных форм и т.д.).

7. Результатом главы в целом является сформированная *обобщенная теория заменяемости* ИСС (по форме) [В.41]; достоверность этой теории будет проверена авторскими АКТ-решениями в разделах 5.1, 5.3 [В.23].

## 3. МОДУЛЬНОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ И СИСТЕМ

---

### 3.1. Модульность в проектировании

Свойство заменяемости, используемое в типовом архитектурно-строительном проектировании, представляется как *техническое явление*, определяющее также методы и принцип заменяемости, которые совместно характеризуют сборное строительство с наиважнейшей его стороны. Как показано в предыдущей главе, явление заменяемости в диалектическом аспекте сложнее стереотипного представления, поскольку содержит последовательно усложняющиеся формы взаимно-, разно-, амби- заменяемости, находящихся в формально-логической *взаимосвязи* и диалектико-логическом *взаимодействии*.

Противоположная категории «явление» категория «сущность» применительно к основам типового проектирования соответственно должна быть также сложнее по форме и содержанию. *Технической сущностью* свойства (методов и принципа) заменяемости в архитектурно-строительной науке является модульная система, составляющая основу унификации и типизации как методов проектирования зданий и сооружений, стандартизации изделий промышленного производства и механизированной сборки зданий и сооружений. Статус сущности модульной системе дает то обстоятельство, что заменяемость как техническое явление есть производная этой системы и ею регламентируется. Это положение рассмотрим особо.

Модульная система, совершенствуемая с начала индустриализации (см. раздел 1.2) позднее представлялась строительными нормами и правилами как ЕМС, т.е. единая по территориальной общности и нормативному руководству. В настоящее время она представлена государственным стандартом как МКРС, т.е. дополнительно отражает ее методологическое содержание как геометрическое (но такое же, как ЕМС). То есть весь период своего существования модульная система, исходный в ней основной и производные (укрупненные и дробные) модули, правила привязки, категории размеров, габаритные параметры зданий и т.п. реализует собой исключительно *геометрическое* начало с тенденцией укрупнения модульных размеров в проектировании, а значит, и серийного промышленного производства сборных конструкций.

Это – главное в основах типового проектирования зданий и сооружений и, следовательно, важнейшая составляющая в решении (как и в образовании) двуединой научно-технической проблемы «однообразия и многономенклатурности».

В аспекте диалектического метода модульная система с ее геометрическим началом должна интерпретироваться как *АКТ-форма*, поскольку отражает и обуславливает лишь «внешнюю» сторону объектов проектирования: архитектурно-конструктивную геометрическую фигуру строительных конструкций, конфигурацию их сечений, размеры и соотношения последних, координацию элементов, объемно-планировочные решения зданий и сооружений в целом, их габаритные и конструктивные схемы и т.п., а также конструктивно-технологические особенности – наличие или отсутствие закладных деталей, отверстий и т.д. с привязкой их положения в конструкциях и т.п.

В архитектуре общепринято, что модульной системе принадлежит основная роль именно в *формообразовании* зданий и сооружений [35]. Тем самым, геометрическая сущность сборного направления строительства представляется как цель прошлых научных исследований и характер современного проектирования. Поскольку инженеры рассчитывают строительные конструкции по размерам, определяемым архитекторами соответственно габаритным параметрам зданий и сооружений, а технологи в производстве строительных конструкций используют Систему предельных параметров (СПП) оборудования также детерминированную ЕМС или МКРС. Значит, нормативное значение модульной системы и ее смысл методологически не отражают инженерного *конструктивно-технологического содержания*, что представляется как неадекватная интерпретация парных категорий диалектики основами типового проектирования.

С введением в архитектурную теорию модульности категории содержания в ней получит свое место конструктивно-технологическое соответствие. Оно состоит в модульной координации строительных свойств промышленно изготавливаемых сборных и других изделий и объектов проектирования из них в целом. То есть необходимо методологическое руководство *Обобщенной модульной координацией в строительстве (ОМКС)*, которое обеспечит сборным строительным конструкциям, зданиям и сооружениям унификацию и типизацию и, следовательно, индустриализированное производство не только по форме, но и по содержанию. Например, по прочности несущих конструкций на различные виды их деформационно-напряженного состояния, по теплотехническим и другим характеристикам ограждающих конструкций.

Следовательно, модуль и модульная система в АКТ-проектиро-

вании получают более сложную форму и адекватное ей (более сложное) содержание ИСС и их элементов. То есть более сложной становится координация и соизмеримость конструкций, структурных частей ИСС и комплексов последних: по нагрузкам и воздействиям, несущей способности, теплотехническим и другим свойствам, общим характеристикам объектов и т.д.

В методологии, полно отражающей парные категории формы и содержания, получают должное место и другие категории, например, «часть» и «целое» в отношении свойства аддитивности конструкций с модульной несущей способностью, модульным сопротивлением теплопередаче, образованием составных конструкций из модулей с единичной или укрупненно-дробной несущей способностью и т.д., а также законы и другие положения диалектики в инженерно-строительной интерпретации.

Можно представить единство архитектурного проектирования (как формообразование) и проектирование строительных конструкций (как формосодержание) сборных ИСС. При этом их взаимодействие (как формы и содержания) совмещается в технологии производства сборных модульных конструкций в обобщенном понимании модуля, включающем также функционирование сборных ИСС (работу на модульные нагрузки и воздействия, с модульными напряжениями элементов и т.п.). Таким образом, технология реализует ОМКС в сборных типовых и унифицированных изделиях при промышленном производстве. При этом она может иметь «собственные» потребности в обобщенной модульности, реализуемые через СПП при адаптации к ней «гибких» или «резательных» методов, переналаживаемых или универсальных опалубочных форм и др.

По каждой научной дисциплине отдельно необходимо отметить, что указанные три составляющие (архитектурная, конструктивная, технологическая) как относительно самостоятельные разделы единой архитектурно-строительной науки и практики должны иметь «собственные» частные формы и содержания, обеспечивающие определенную независимость функционирования и развития. Это и имеет место в действительности, но в недостаточно сформировавшихся состояниях. Так, при инженерно-строительном проектировании (расчете, конструировании) строительные конструкции детерминировались лишь «архитектурной» МКРС.

Очевидно, что ОМКС обеспечит более сложные формы и содержание производным от нее свойству, методам и принципу заменяемости (с модульной несущей способностью сборных изделий, модульными элементами составных конструкций и др.). То есть обобщенные модульность и заменяемость представляются в их взаимосвязи

соответственно как содержание и форма АКТ-проектирования ИСС.

При экспликации основ типового проектирования ЕМС может в своей прежней форме по названию изменить свое содержание, став *единой* для разных специалистов, поскольку ОМКС будет включать обобщенную модульную координацию в строительстве не только для архитекторов, но и для конструкторов и технологов.

\*\*\*

Очевидна объективная тенденция к расширению объема понятия модульной координации в строительстве на другие параметры, кроме действующей в настоящее время координации и соизмеримости размеров. Возможна дополнительная координация элементов в ИСС по другим параметрам – нагрузкам и воздействиям на здания и сооружения, несущей способности строительных конструкций, теплотехническим свойствам ограждающих конструкций и др.

ОМКС расширит возможности (это – гипотеза) по обеспечению в ИСС разносторонней «гибкости», главное, прочностной и грузовой в сочетании с геометрической, что создаст предпосылки для серийного производства сборных конструкций нового качества, например, с модульными укрупненно-дробными характеристиками размеров и несущей способности, цельных и составных конструктивных модулей, обладающих не только объемно-планировочной, но и расчетно-проектной, конструктивно-функциональной и другой вариабельностью [B.21].

### **3.2. Анализ и обобщение понятия модуля**

В научно-технической литературе и патентной информации, относящейся не к области строительства (приборостроению и др.), используют понятие унифицированного узла, как части сложной цепи. Унифицированный узел состоит из «взаимозаменяемого» комплекса деталей массового производства (модулей) и выполняет самостоятельную функцию в разного рода устройствах. Такому объему и содержанию в зарубежной литературе по строительству, близко понятие модуля как относительно законченного производством объемного элемента какого-либо функционального назначения. В отечественной терминологии это значение понятия модуля не общепринято, поскольку не нормативно [191].

Модуль, лежащий в основе способов построения не строительных объектов техники, составляет основу модульной системы или принципа. Последние характеризуются тем, что технические объекты



образуют не из элементов или специально сконструированных систем, а из унифицированных модулей, например, цифровые вычислительные машины (ЦВМ).

Модульный принцип построения (приборов, других систем) упрощает монтаж схем, проверку узлов, облегчает восстановление работоспособности путем замены модулей [148, с.295]. Это неадекватно модульной системе, применяемой в строительстве, и с таким объемом понятия не применяется. Однако если заменить используемые материальные объекты (изделия, узлы, схемы) на строительные конструкции, объемно-планировочные элементы, части зданий и сооружений или последние в целом, то содержание и объем рассматриваемых понятий могут быть приемлемыми и в области строительства.

В механике сплошных тел (сопротивления материалов, строительной механике, теории упругости) понятие модуля упругости (сдвига, кручения, объемного сжатия, растяжения) отражает величины, характеризующие физико-механические свойства строительных материалов, находящихся в различном напряженно-деформированном состоянии. В пределах упругости материалов – это коэффициенты пропорциональности, соответствующие линейным зависимостям [26, сс.32, 34, 118, 461]. Такое значение модуля в инженерных дисциплинах отличается от значения модуля в архитектурно-строительном проектировании.

В теории машин и механизмов модуль – величина (параметр), пропорциональная размерам зубчатого колеса (модули осевой, окружной, нормальный) [229, сс.91—126]. Это значение близко к строительному модулю как геометрической величине, например, размерам отдельных конструкций (сечения колонн, балок и др.), называемому в отличие от размерного [19, с.62] конструктивным или структурным модулем, что не соответствует терминологии данного издания (см. Приложение А).

Модуль в математике – также величина и служит для перехода (соизмеримости, соотношения) от данной системы вычислений к другой системе или же абсолютная величина числа [148, с.295].

В современном машиностроении Думилов С.А. и Шут П.В. представляют типовые модули как основу гибких производственных систем (ГПС) для автоматизированных производств [68]. Венгеровский Ю.Я. уделяет внимание стандартизации терминологии, относящейся к модульным ГПС [43]. Маткин Ю.Л., Клусов И.А. и Варьяш Г.М. отмечают модульный принцип агрегатирования, в частности, в образовании вибрационных устройств [124].

Модульное оборудование для ГПС механической обработки согласно Сафрагану Р.Э., Кривову Г.А., Татаренко В.Н. и другим является объектом исследования, разработки, внедрения и эксплуатации. При

идентификации ГПС и ее компонентов (гибких производственных модулей – ГПМ и др.) приводят принципы: совмещения высокой производительности и универсальности на оптимальном уровне, технологической гибкости (операционной, маршрутной, морфологической или функциональной), модульности; иерархичности (многоуровневой структуры); максимальной предметной замкнутости на возможно более низком уровне; функционирования при ограниченном количестве производственного персонала; интеграции ГПС с различными автоматизированными системами управления (АСУ); системной организации ГПС; универсальности и др. Создается сквозной цикл проектирование–изготовление на основе полной совместимости технологических и программных средств различных систем. В принципе модульности модуль является компонентом ГПС, который может также состоять из компонентов. Компоненты относительно самостоятельны, но присущие им функции могут выполнять только в составе модуля. Поэтому модуль здесь – *первичный* элемент ГПС, выполняющий автономно или в составе ГПС более высокого уровня законченную операцию (любую необходимую для функционирования ГПС) [127, сс.6—7].

В зарубежной патентной литературе в области строительства (США, Франция, Япония и др.) модулями называют *единичные* строительные изделия полной заводской готовности в виде контейнеров, объемных блоков; модулями называют также различные линейные, плоскостные и другие *индустриальные изделия*, обычно, железобетонные, керамические и т.п. (см. табл. 3.3.2).

В строительстве объектов промышленности приборостроения за рубежом (ФРГ, Великобритания и др.) получил применение «модульный принцип» формирования структуры предприятия. Структуру составляют из нескольких автономных однородных единиц – «*технологических модулей*», размещенных в отдельных небольших производственных зданиях – боксах-модулях [62, 64]. Разработан также «инфрамодульный принцип» формирования структуры предприятия с техническим и социальным обслуживанием [63]. Приведенные примеры применения модуля соответствуют более высокому уровню относительно общепринятого (энциклопедического) определения модуля в архитектуре как геометрического.

При изучении состояния проблемы исследования отмечалось (раздел 1.2), что понятие модуля в научно-технической и учебно-методической литературе сложнее нормативного, ставшего затем стандартным определением. Дополним, что Соколов В.К., разрабатывая принципы модернизации зданий дореволюционной постройки, искусственно вводит *планировочные* модули ( $M_1 = 4—14$  м – ширина здания,  $M_2 = 12—22$  м – шаг лестничных клеток), поскольку собственно моду-

льной координации в таких зданиях еще не было [20]. Предложенное модулирование (здесь: также геометрическое) позволило, в частности, разработать соответствующие конструкции сборных балок перекрытий для реконструкции зданий.

Полянский А.Т. в своем методе вариантного проектирования выделял метод унифицированного *объемного* модуля, состоявшего из двух модулей: одноэтажного прямоугольного объема с комнатой площадью 40 м<sup>2</sup>, частью коридора и галереи (был еще дополнительный – с лестницей) и малого сооружения из трех стоек с грибовидным покрытием. Из них было построено 70 зданий Нового Артека, в которых использовано шесть вариантных типов заменяемых унифицированных деталей (УД) из сборного железобетона [151]. Эти модули в теоретических основах вариантного проектирования были названы как укрупненные *объемно-планировочные элементы* (УОПЭ) [19, с.71].

УОПЭ, примененные к торгово-бытовым объемно-планировочным фрагментам (ОПФ) при расчленении каждого предприятия на отдельные функционально-технологические циклы с размещением оборудования и унификацией конструктивной системы зданий, являются дальнейшим развитием типового проектирования [19, с.71]. На основе унифицированных блоков зданий были запроектированы торгово-бытовые комплексы [80]. Блок-здания представлены как всесторонне *интегрированные* модули по объемно-планировочной, архитектурно-конструктивной, функционально-технологической, инженерно-технической и другим составляющим.

Орловский Б.Я и Орловский Я.Б. отмечают использование модульности *инженерного оборудования* в многоэтажных промышленных зданиях [140, с.19].

Промышленные здания нового поколения Булгаков С.Н. представляет состоящими из *строительно-технологических* модулей, обеспечивающих гибкое пространственное развитие зданий в плане на основе блокирования различных по габаритам и форме блок-модулей. Здания из блок-модулей допускают любые перестроения технологии и отвечают принципу «непрерывности развития пространства во времени континиуме» [40].

Широкое применение блок-модульного *метода* в типовом проектировании отмечает Маклакова Т.Г. в жилищном городском [16, с.28], а Хохлова Л.П. [261, с.17], Согомонян Н.М. и другие [206] – в сельском строительстве. Шагин А.Л., Гончаров В.Б. и Крыженко Н.В. принимают модульную *компоновку* зданий АПК при разработке планировочных схем строительно-технологических секций [265, сс.19, 42—46], мини-элеваторов из *вариантных* модулей [265, с.48].

В агро-индустриальных комплексах Мусатов В.В., кроме того, приводит решения на основе модульно-секционного *принципа* (метод Прилепского В.Н.), используемого в региональной системе расселения. На основе этого принципа формируются объемно-планировочные и архитектурно-строительные структуры с различным сочетанием блокирования планировочных схем функционально-технологических ячеек для предприятий различной мощности [133, с.107]. При этом используются различные мобильные здания, как в примерах выше – быстромонтируемые здания (БМЗ) [265, сс.42—48].

БМЗ с одноразовым монтажом и инвентарные здания с многоразовыми передислокациями при одиночном использовании и в применении различными наборами рассматриваются как *мобильные здания*, которые в *целом* или их структурно *цельные части* также называют модулями (преимущественно, контейнерного типа). Из мобильных зданий составляют вариантные сочетания для производства различных видов строительно-монтажных работ и для других случаев [34, сс.179; 136, с.38].

Таким образом, с одной стороны, в понятиях модуля, модульной системы и модульного принципа прослеживается общность в отношении применимости их к определенным материальным объектам строительства (изделиям, структурным частям, зданиям и т.д.). В содержание этих понятий входят конструктивно-функциональные признаки штучности, серийного производства, заданных качеств, одинаковых свойств, функциональной самостоятельности, способности быть составной частью целого, возможности стыкования между собой и соединимости в большее целое.

С другой, – материальные объекты области техники составляют предмет науки, расчетно-проектной и конструкторской деятельности и в этом аспекте понятиям модуля, модульной системы и модульного принципа присущи (по исследовательскому, расчетно-теоретическому, проектно-конструкторскому содержанию) подобные признаки единичности, пропорциональности, кратности с целым, одинаковости, постоянства и независимости значения, соизмеримости, координации.

Сопоставление основного понятия модуля и производных от него понятий (модульная система, модульный принцип, модульная координация, модульный размер и т.п.) области строительства с такими же понятиями других областей науки и техники показывает, что они коррелятивны, но неоднозначны и в последних обладают большим объемом и более разнообразным содержанием.

В зарубежной строительной технике понятие строительного модуля как унифицированной единицы или конструктивной части целого, в общем, совпадает с общетехническим понятием модуля, который

соотнесен с характерными общими признаками материальных объектов, являющихся результатом труда человека в серийном промышленном производстве. В архитектурно-строительном проектировании нормативно-стандартный модуль – только мера длины, основа объемно-планировочных параметров сооружений и конструкций, средство достижения соизмеримости и пространственной координации.

Из проведенного анализа следует, что перечисленные составляющие понятий модуля качественно неоднородны, но гомологически соотносятся с двумя различными сторонами объекта – его теоретическими, расчетными или проектными величинами, параметрами и с его конструктивными формами, функциональными или технологическими свойствами. Обе совокупности признаков, характеризующие объект, составляют единое представление о нем в некотором атрибутивном качестве – модульности в *вещественной* и *познавательной* формах.

При исключительной важности и огромных практических результатах в индустриализированном строительстве, достигнутых благодаря нормативно-стандартному понятию модуля, оно, тем не менее, давно не соответствует современному состоянию строительной и другой техники. Его содержание значительно уже общетехнического приращения, что является сдерживающим фактором развития архитектурно-строительного проектирования и строительной науки и техники в целом.

Сооружение (в том числе здание) как материальный объект, находящийся и функционирующий в пространстве и во времени, является частным овеществленным выражением проектных решений технических систем вообще. Занимая определенное место в материальной сфере среди других технических систем, и имея, в связи с этим, много общего с ними, сооружение, относящееся к области строительства и архитектуры, содержит одновременно специфические отличия, характерные лишь для данной группы объектов техники. Этим можно объяснить, во-первых, определенные сходные признаки анализируемых понятий, а во-вторых, отличительные, которые, однако, не во всем оправданы (а именно: уменьшение объема понятия модуля до значения параметра и ограничение его содержания геометрическим началом).

Итак, в науке и технике модуль имеет две сферы приложения:

- первый – *расчетно-теоретический*, характеризующийся как величина (параметр, размер), обладающий единичностью, например, в виде коэффициентов пропорциональности и линейности, постоянством значения и кратностью этой величине, соизмеримостью с ней. Это гносеологический (познавательный, логический, аналитический, исследовательский) аспект;
- второй – *конструктивно-функциональный*, относящийся к из-

делиям и характеризующийся признаками штучности, способности быть частью целого, возможностью образовывать (стыковаться и т.п.) большее целое, наличия заданных свойств и их постоянства. Это материальный (вещественный, производственный, эксплуатационный и т.п.) аспект.

Остальные признаки, например, стандартность, индустриальность, соответствие изделий разному объему серийного производства и другие являются производными, отражающими заинтересованность в заводском способе производства, для которого, собственно, и разрабатывается *теория и практика* (две сферы приложения) *модульности*.

Особо отметим необходимое в дальнейшем свойство модуля быть частью целого в познавательном и вещественном аспектах. Кроме того, хотя в номинальных определениях это не отмечается, однако, несомненно, присутствует: материальность объектов и их пространственно-временное существование как наиболее общие свойства (в тех же аспектах).

Тогда следует, что наиболее общие атрибуты объектов техники (собственный объем, пространственная по осям координат протяженность, физико-механические свойства, функционирование во времени и т.п.) могут подчиняться свойству *аддитивности* – определенному типу соотношений между целым и составляющими его частями, когда «целое равно сумме частей» [249, с.8]. Из общего свойства аддитивности и вытекает принцип (система, метод, свойство) модульности как архитектурной, конструктивной, технологической, функциональной, эксплуатационной и других форм реализации целого объекта через его составляющие, имеющие для этого необходимые частные свойства, важнейшее из которых – *единичность*, в чем бы она ни выражалась. И, наоборот, в присущих частных атрибутивных свойствах модуля заложено в основе общее свойство аддитивности.

В строительстве оба аспекта (расчетно-теоретический и конструктивно-функциональный) интегрированы:

- модуль как параметр, величина, размер между конструкциями, элементами или их самих в зданиях, сооружениях и
- модуль как конструкции, элементы в зданиях, сооружениях и здания, сооружения в целом, изготовленные или возведенные согласно модульной системе, т.е. овеществленные на основе последней.

Таким образом, модульная координация в условиях серийного промышленного производства органично присуща одновременно конструкциям и как материальным объектам (изделиям, структурам и т.п.), и как объектам проектирования (расчета, конструирования, исследования и т.п.). Они овеществлены «посредством» модульной системы, руководствуясь модульным принципом, в основе которых лежит

тот или иной модуль по физической, геометрической, временной и любой другой сущности. Следовательно, сборные конструкции, здания и сооружения являются модульными и по форме (штучными, индустриализированными и т.д.), и по содержанию (с расчетными размерами, сечениями, прочностью и т.д.).

Поскольку изготовлению сборных изделий предшествует проектирование (расчет, конструирование), то любому конструктивно-функциональному модулю по *форме* имеется соответствующее расчетно-теоретическое модульное *содержание*. Тогда многообразие сборных АКТ-изделий как модулей серийного производства обладает определенной общностью, детерминированной совокупностью расчетно-теоретических модулей, которые в них заложены.

Можно обобщить приведенные методические положения и дать следующие определения модулю, модульному принципу и модульной системе в строительстве и архитектуре.

*Модуль обобщенный* – это аддитивная материальная пространственно-временная составляющая (расчетно-теоретическая или конструктивно-функциональная), обладающая атрибутивным свойством единичности для выражения или образования через нее более сложных целых систем (познаваемых или вещественных).

В *расчетно-теоретическом* выражении *обобщенный модуль* – величина, параметр, размер, коэффициент пропорциональности и т.п., которые характеризуют соизмеримость, кратные отношения, координату производных от него архитектурно-строительных объектов познания (исследования, расчета, проектирования).

В *конструктивно-функциональном* выражении *обобщенный модуль* – архитектурно-строительный элемент, система соотносящиеся с расчетно-теоретическими признаками модуля в «овеществленной» форме и выражающийся в виде штучности, относительной функциональной самостоятельности, способности образовывать более сложное целое.

Модуль – основа нормализации и стандартизации в строительстве и архитектуре по геометрической, физико-механической, теплотехнической, временной и любой другой характеристике ИСС; используется в серийном промышленном производстве сборных и других (мелкоштучных, длинномерных; монолитных и т.п.) строительных изделий, а также ИСС.

Таким образом, модуль в строительстве является не только величиной для пространственной координации и соизмеримости конструкций, зданий и сооружений. Это – частная форма выражения единичного, одна из возможных форм использования его при проектировании, производстве, строительстве, эксплуатации, реконструкции,

сносе и утилизации. Модуль может быть единичной величиной, соизмеряющей и координирующей физико-механические (прочностные, деформационные и др.) и физико-технические (теплопроводность, морозостойкость и др.) характеристики свойств изделий строительной индустрии, которые характеризуются свойством аддитивности. Модулем могут соизмеряться, координироваться вещественные, пространственные, временные и другие свойства строительных объектов, например, габаритные объемно-планировочные схемы, зданий, структурный состав комплексных конструкций, пределы долговечности и огнестойкости и проч.

Модуль – это также в графическом и другом виде или овеществленные архитектурно-композиционные единичные системы, части зданий, сооружений или строительные конструкции, их составные элементы и детали, позволяющие получать на их основе более сложные образования в строительстве, архитектуре и градостроительстве, обладающие относительной целостностью, достаточной завершенностью, а также расчетной, конструктивной, технологической и другой самостоятельностью.

Модульный принцип как нормативный термин в строительстве отсутствует. Руководствуются модульной системой как упорядоченной совокупностью методов, правил и приемов, связанных с модулем в его нормативно-справочном определении. Вводя модульный принцип как соответствующую руководящую идею на основе модуля, применяя модульную систему и модули, далее эти термины будут пониматься в объеме содержания определения *обобщенного модуля*.

\*\*\*

Таким образом, в типовом архитектурно-строительном проектировании понятия модульного принципа и модульной системы приобретают больший объем и содержание, соответствующие понятию обобщенного модуля. Появляется резерв развития этих понятий в отношении совершенствования собственно принципа и системы, а также методов и свойств, которые будут адекватными современной и перспективной практике (совместно с принципом, методами и свойством *обобщенной заменяемости*).

Увеличение объема и расширение содержания понятия модуля и производных от него понятий создает предпосылки для реализации потенциальных возможностей унификации и типизации как методов стандартизации в строительстве. В частности, возможно снижение многономенклатурности производства сборных изделий за счет увеличения их многофункционального применения, получение более разно-



образных архитектурно-конструктивных, архитектурно-функциональных и архитектурно-художественных форм зданий и сооружений путем расширения областей использования стандартных изделий, а также разнообразия последних. Возможно дополнение или изменение традиционной методики проектирования, расчета и конструирования сборных изделий и зданий, сооружений, т.к. в сопоставлении с обобщенными понятиями стандартная МКПС представляется частным случаем возможного множества упорядоченных правил. Раскрываются возможности и направления для разработки новых АКТ-элементов и ИСС на основе обобщенного модуля, модульной системы и модульного принципа [В.17].

В общем, унификацией и типизацией охватываются не только конструкции, габаритные и конструктивные схемы зданий и сооружений, их структурных частей и т.д. Они включают в себя и другие аспекты проектирования: строительно-климатическое районирование, нормирование нагрузок и воздействий и прочее, характеризующиеся определенными величинами, которые могут быть в модульном выражении.

### 3.3. Систематизация модулей

В табл. 3.3.1 приведен перечень видов модулей, соответствующий области типового архитектурно-строительного проектирования. Перечень получен на основе анализа научно-технической информации, в которой проявлялся модульный подход или применялись модули в обобщенном их определении, приведенном выше. В перечень включены также характерные для модульного подхода авторские технические решения.

**Таблица 3.3.1 – СИСТЕМАТИЗАЦИЯ МОДУЛЕЙ В ПРОЕКТИРОВАНИИ ИСС**

Группа, подгруппа модулей	Форма выражения	Область использования	Раздел
1. Инженерно-расчетная			
1.1. физико-механические свойства	Модульное напряженно-деформированное состояние строительных конструкций или их модульная несущая способность от модульных нагрузок на модульные грузовые площади	Инженерные расчеты стоечно-балочных, рамных и др. ИСС, их несущих конструкций; «нестандартное» применение типовых конструкций	3.5

Продолжение табл. 3.3.1

Группа, подгруппа модулей	Форма выражения	Область использования	Раздел
1.2. тепло-технические свойства	Модульное нормативное сопротивление теплопередаче; модульное сопротивление теплопередаче однородных и многослойных ограждающих конструкций; их модульная теплоустойчивость; модульное сопротивление воздухо-, паропроницаемости	Теплотехнические расчеты сборных и других ограждающих конструкций	3.7
1.3. светотехнические свойства	Модульное нормативное значение К.Е.О., модульные площади световых проемов при боковом, верхнем и совмещенном освещении и др.	Светотехнические расчеты светопрозрачных ограждающих конструкций (окон, фонарей естественного света, витражей, витрин)	5.4
1.4. акустические свойства	Модульные уровни звука, звукового давления и др.; модульный индекс изоляции воздушного шума ограждающих элементов	Акустические расчеты ограждающих конструкций, защиты от шума, величины реверберации звука	—
1.5. геометрические параметры	Модульный шаг, модульный пролет, модульная высота одно- и многошагового; одно- и многопролетного; одно- и многоэтажного здания, сооружения;  модульные конструктивные размеры сборных изделий (как расчетные параметры); модульная грузовая площадь — вертикальная, горизонтальная	Проектирование расчетных, габаритных, конструктивных схем зданий и сооружений, архитектурно-строительных элементов, конструкций, частей зданий, объемно-планировочных схем и др.	3.3
			3.4
			5.2
			5.3
1.6. грузосиловые (нагрузки и воздействия)	Модульные грузовая полоса, грузовая площадь; модульная сосредоточенная нагрузка; значения расчетных нагрузок ветрового напора; то же, снегового покрова; полезной нагрузки на покрытие, перекрытия зданий и др.; модульная суммарная (в т.ч. эквивалентная) нагрузка	См. п.1.1	3.3  3.4 3.5  5.2 5.3

**Продолжение табл. 3.3.1**

Группа, подгруппа модулей	Форма выражения	Область использования	Раздел
<b>2. Объемно-планировочная</b>			
2.1. линейные формы	п.1.5, абзац 1 (как проектные параметры), например, колонн; фундаментных, балок, покрытий; перемычек и т.п.	Проектирование стоечно-балочных элементов, конструкций	3.3 5.1
2.2. плоскостные формы	п.1.5, абзац 3 (как проектные параметры); геометрические, расчетные, конструктивные схемы рам, арок и др. в поперечном и продольном сечениях, например, УСП, УТС, УТП, УГС, типовые секции и блок-секции жилых зданий	Проектирование объемно-планировочных решений гражданских, промышленных и сельскохозяйственных зданий, сооружений	5.1 5.4
2.3. объемные формы	Объемные блоки жилых многоэтажных зданий; модули контрейлерных зданий, сооружений; пространственные, геометрические, расчетные, конструктивные схемы, структурные части зданий; температурно-деформационные отсеки и т.п.	Проектирование объемных структурных частей зданий и сооружений; последних в целом	5.1
<b>3.Архитектурно-конструктивная</b>			
	См. отдельно табл. 3.3.2.	Проектирование строительных конструкций, конструктивных модулей, элементов (изделий)	5.1 5.2 5.3
<b>4. Функционально-технологическая</b>			
4.1. планировочные (по нормам, унифицированным рядам и др.)	Зрительные, обеденные, читальные танцевальные, собраний и др. залы, входные узлы, гардеробные, санитарно-гигиенические помещения АБК, общежития, школы, детсады, гостиницы и т.д.; производственно-технологические модули и т.п. по вместимости, пропускной способности, производительности, мощности и др. удельным характеристикам	Проектирование жилых, общественных, промышленных, сельскохозяйственных и других зданий, сооружений с выраженными унифицировано-параметрическими рядами вместимости, пропускной способности и другими характеристиками	—

**Продолжение табл. 3.3.1**

Группа, подгруппа модулей	Форма выражения	Область использования	Раздел
4.2. объемные (по нормам, унифицированным рядам и др.)	Залы, секции, блок-секции, лестничные клетки; УГС, УТС, УТП промышленных зданий, «технологические» модули; мобильные установки: трансформаторные, компрессорные, забора и очистки воды и др.; контейнерные, передвижные модули (жилые дома, общежития, АБК и др.); объемные блоки с оборудованием для стационарных зданий, санитарно-технические блоки и др.	Проектирование объемно-планировочных элементов зданий и сооружений различного назначения в виде относительно самостоятельных функционально-конструктивных модулей, объемных конструкций с оборудованием	5.1
5. Инженерно-техническая			
5.1. эксплуатационные характеристики зданий	Модульные значения, например, долговечности зданий, сооружений. Модуль морозостойкости строительных материалов; модуль предела огнестойкости строительных материалов и конструкций и т.п.	Проектирование, эксплуатация зданий и сооружений; утилизация строительных конструкций	5.2 5.3 5.4
5.2. строительные свойства конструкций		Проектирование строительных конструкций, зданий и сооружений	5.2
6. Градостроительная			
6.1. элементы инфраструктуры	Модульные параметры общественных зданий культурно-бытового и торгового обслуживания, дошкольные и школьные учреждения и т.д.	Градостроительные расчеты, проектирование генеральных планов на расчетный период и перспективных	—
6.2. планировочные решения жилых поселений	Модульные элементы жилых образований (микрорайонов, кварталов, жилых районов п.г.т., с.н.м. и др.), например, численность населения, плотность застройки, и т.п.	Там же	—
6.3. планировочные решения промышленных и др. зон	Модульные параметры для проектирования не селитебных территорий: промышленных, складских, транспортных зон.	Там же	—

Продолжение табл. 3.3.1

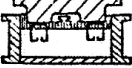

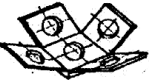
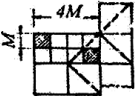
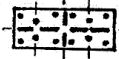
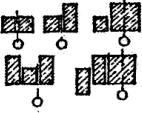
Группа, подгруппа модулей	Форма выражения	Область использования	Раздел
6.4. планировочные решения по благоустройству территорий, инженерных сооружений	Нормы озеленения территории, мест общего пользования, придомовых площадок и проч.; пропускной способности автомобильных дорог, площадей, стоянок автотранспорта и др.; решения труб, подпорных стен и др.	Там же	—

В табл. 3.3.1 модули систематизированы в направлениях: инженерно-расчетном, объемно-планировочном, архитектурно-конструктивном, функционально-технологическом, инженерно-техническом и градостроительном. В группу объемно-планировочных модулей, в частности, включены стандартные по МКРС основной и производные (укрупненные и дробные) геометрические модули.

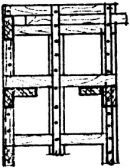
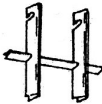
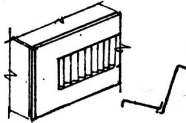
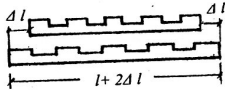
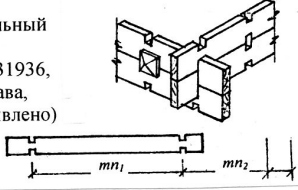
Приведенная систематизация модулей иллюстрирует взаимосвязь различных сторон объектов строительства и архитектуры на разных уровнях «срезов»: от расчета и конструирования до строительства и эксплуатации ИСС и далее (реконструкции, сноса, утилизации), от расчетных и структурных элементов до ИСС в целом, их комплексов и далее (градостроительных образований). Их нормирование (по площадям на 1 чел., нагрузкам на  $1\text{ м}^2$  и т.д.), имеющее диапазоны планировочных, объемных, климатических и других величин может быть модульным. Учитывая охват промышленным производством разных сфер жизнедеятельности человека, возможно приведение этих компонентов его архитектурно-строительного окружения к модульному выражению на принципе обобщенной модульности [В.32].

Архитектурно-конструктивная группа модулей, представляющая собой в аспекте проектирования одновременно строительные и архитектурные конструкции, дополнительно систематизирована отдельно в табл. 3.3.2 на основе выявленного множества отечественных и зарубежных изобретений. Эту таблицу необходимо смотреть совместно с табл. 2.6.1–2.6.4, поскольку архитектурно-конструктивные модули систематизированы в общем для них аспекте свойства, метода и принципа заменяемости. Взаимосвязь между таблицами обусловлена также единством свойств заменяемости и модульности элементов, т.е. слиянием их формы и содержания, выраженных соответствующими

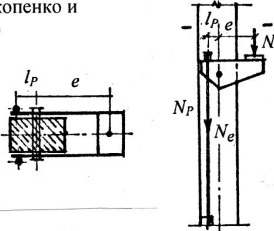

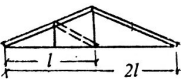
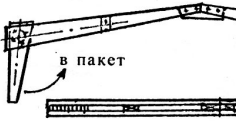
**Таблица 3.3.2 – Систематизация архитектурно-конструктивных модулей по признаку геометрической формы**

Группа, под-группа модулей	Название изобретения (страна, № а.с., патента, авторы, год опубликования)	Схема, эскиз	Комментарий в аспекте принципа заменяемости
<b>1. Примеры с характерными фигурами</b>			
<b>1. «Точка»</b>			
	Плитки для тротуаров, мостовых и облицовок (СССР, 813, А.А. Деньер, 1924)		Сборное взаимозаменяемое изделие; разнообразие возможно за счет изменения количества плиток в плане по длине и ширине, а также по фигуре контура
	Ксилолитовые плитки для полов (СССР, 55785, Г.И. Муниц, 1930)		То же (при одном типоразмере изделия, материале, цвете, фактуре и проч.)
	Приспособление для соединения таких элементов, как балки, в частности, трех-размерных конструкций (Франция, 2081206, 1972)		Изделие сборное; возможно изменение его положения и ориентации в конструкциях; последние могут быть разной длины, из других материалов, профиля и т.п.
	Стандартный элемент, например, плитка для облицовки стеновых и прочих поверхностей (Франция, 2085608, 1972)		Изделие с модульными размерами в плане; разнообразие – в размерах и форме поверхностей с укрупненными модульными параметрами; различают функциональный и конструктивный модули
	Элемент для соединения деревянных деталей (ГДР, 238822, 1987)		Изделие взаимозаменяемое за счет универсализации, достигаемой совокупностью отверстий на возможные варианты креплений разных элементов
<b>2. «Части линий»:</b>			
2.1. прямые	Сборные железобетонные перемычки для кирпичных стен (типичное проектное решение)		Комплект сборных элементов образует видовую разнообразие с большим диапазоном свойств: толщины стен, опирания перекрытий, величины нагрузки и др.

Продолжение табл. 3.3.2


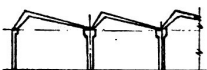


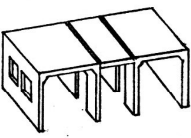
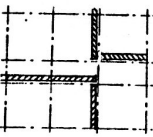
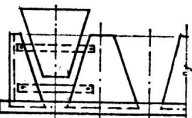
Группа, под-группа модулей	Название изобретения (страна, № а.с., патента, авторы, год опубликования)	Схема, эскиз	Комментарий в аспекте принципа заменяемости
	Мебель, собираемая из нескольких определенных элементов в той или иной группировке (СССР, 2950, Г.И. Лаппа-Старженецкий, 1927)		Разнозаменяемые изделия образуют комплект с согласованными линейными размерами между изделиями; отдельные элементы универсальны за счет множества отверстий для разных вариантов сборки (см. выше)
	Решетчатая конструкция (СССР, 262023, ин-ц М. Алтиссимо, 1970)		Разнозаменяемость возможна за счет исключения элементов, выполнения нескольких типоразмеров продольных и/или поперечных профилей с разным шагом между пазами, взаимной заменой профилей разной ориентации и т.п.
	Ограждение из профильного стекла (СССР, 796377, Ю.П. Александров и др., 1981)		Изделие взаимозаменяемое; разнозаменяемость возможна при новом применении профиля для светопрозрачных покрытий с изменением характера сопряжения профилей и упругих прокладок
	Металлическая балка (СССР, 628260, В.И. Редькин, 1978)		Элементы могут быть разнозаменяемыми при нескольких типоразмерах по длине и высоте; для сборки балки из таких элементов необходима дополнительная операция – натяг (нагревом); использован геометрический модуль
	Строительный элемент СССР, 831936, Г.В. Чахава, 1971 (заявлено)		Повышение технологичности – следствие разнозаменяемости, достигаемое увеличением числа пазов на расстоянии между ними кратно модулю; разные типы и типоразмеры образуют номенклатуру

Продолжение табл. 3.3.2

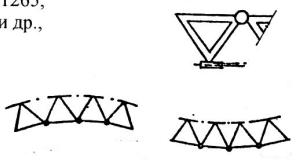
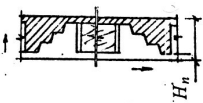
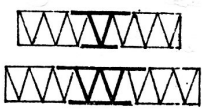
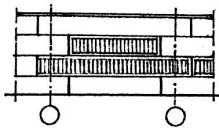
Группа, под-группа модулей	Название изобретения (страна, № а.с., патента, авторы, год опубликования)	Схема, эскиз	Комментарий в аспекте принципа заменяемости
	<p>Железобетонная колонна (СССР, 1198176, В.Б. Прокопенко и др., 1985)</p>		<p>Конструкция по существу является разнозаменяемой, т.к. центрально нагруженная колонна может работать как внецентренно нагруженная; может быть еще «более» разнозаменяемой при наличии комплекта дополнительных элементов: колонн, а также консолей, стержней и др. под разную несущую способность</p>
<p>2.2. ломаные (рамы, и другие стержневые системы)</p>	<p>Каркас многоэтажного здания (СССР, 662673, В.И. Трофимов и др., 1979)</p>		<p>Прецедент (единственный выявленный) соответствия разнозаменяемости конструкций модульной грузовой площади; каркаса для одноэтажного здания; в многоэтажном необходимо изменение типоразмера рамы по несущей способности; соответствие между грузовой площадью и несущей способностью рамы необходимо также в торцевых рядах одно- и многоэтажных зданий</p>
	<p>Складная кровля (США, 3638373, 1969)</p>		<p>В конструкции изменяются геометрические параметры крыши без подгонки элементов, что соответствует формальной разнозаменяемости</p>
	<p>Рама из прямоугольных элементов (СССР, 894130, П.А. Дмитриев, 1981)</p>		<p>Составная взаимозаменяемая конструкция; обладает возможностями разноразмерности при выполнении комплектов стоек и ригелей разной длины. Трансформируемость придает ей свойство разнозаменяемости при транспортировке</p>



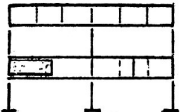
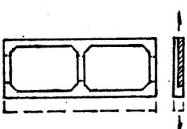

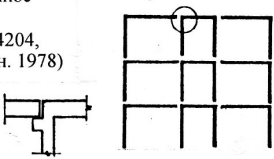
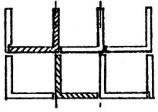
Продолжение табл. 3.3.2

Группа, под-группа модулей	Название изобретения (страна, № а.с., патента, авторы, год опубликования)	Схема, эскиз	Комментарий в аспекте принципа заменяемости
2.3. кривые	Арочная ферма (СССР, 727792, И.Л. Кузнецов и др., 1980)		Конструкция выполнена из сборных взаимозаменяемых изделий – полуарок; см. п. 3.3
2.4. сложные (составные и т.п.)	Многопролетная рама сельскохозяйственного здания [156]		Взаимозаменяемые сборные конструкции рам двух типов образуют новое решение рамы; комбинирование типов здесь – внутриотраслевая и межвидовая разнозаменяемость
	Железобетонная балка (СССР, 1368403, А.И. Мордич и др., 1988)	 	Составные элементы взаимозаменяемы; при использовании напрягаемой арматуры разной длины и несущей способности возможно обеспечение разнозаменяемости путем изменения количества сопрягаемых блоков и, следовательно, пролета балки
3. «Части поверхностей»			
3.1. плоско-стенные рамы и др.)	Разборное здание из стандартных щитов фабричного изготовления (СССР, 40847, ин-ц Г. Лярош, 1934)		Стандартные щиты – взаимозаменяемы; в связи с амбизаменяемостью изделий возможно многообразие как позднее в крупнопанельных зданиях за счет развития номенклатуры
	Способ возведения зданий из сборных элементов (Франция, 2104967, 1972)		Координация плоских конструктивных модулей осями модульной координационной сетки. Подобные решения в советском патентном праве были неохраноспособными, т.к. относились к планировочным решениям зданий
	Хранилище жидких и сыпучих материалов (СССР, 503013, М.Ю. Астряб, 1976)		Сборные железобетонные панели в виде усеченных клиньев взаимозаменяемы; в них не происходит изменений свойств; за счет по-

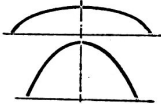
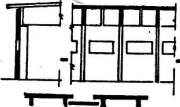
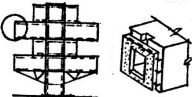
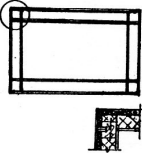
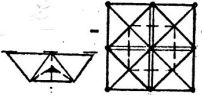
Продолжение табл. 3.3.2

Группа, подгруппа модулей	Название изобретения (страна, № а.с., патента, авторы, год опубликования)	Схема, эскиз	Комментарий в аспекте принципа заменяемости
	<p>Сборная ферма (СССР, 361265, М.Х. Кац и др., 1973)</p> 		<p>ворота в плоскости стены они становятся разнозаменяемыми, т.к. изменяются ее свойства</p> <p>Разное очертание покрытия обеспечивают треугольные модули и гибкие связи разной длины между ними, что соответствует разнозаменяемости; возможно получение конструкции разной длины из модулей и связей при достаточной несущей способности в наиболее нагруженном варианте</p>
	<p>Пустотелый щит (СССР, 773222, В.В. Рязунов, 1980)</p> 		<p>Взаимоменяемые сборные элементы становятся разнозаменяемыми за счет ступенчатых стыкуемых ребер, обеспечивающих изменение толщины щита при взаимном смещении сборных элементов</p>
	<p>Деревянная больше-пролетная ферма (СССР, 838043, Е.Н. Акатова и др., 1981)</p> 		<p>Комплект вставок совместно со взаимозаменяемыми концевыми частями делает совокупность сборных изделий разнозаменяемой при обеспечении прочности конструкций и сопрягаемости элементов в их комбинации</p>
	<p>Стена здания (СССР, 1090818, Н.Д. Шкляров и др. 1984)</p> 		<p>Прецедент отхода от нормативных правил привязки конструкций к модульным координационным осям и, следовательно, от одного унифицированного укрупненного типоразмера стеновых панелей при сохраняющемся одном типоразмере шага каркаса</p>

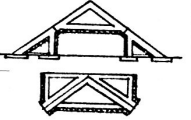
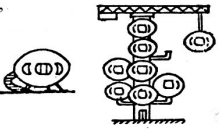
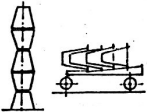
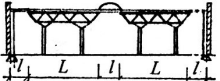
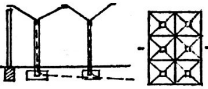
Продолжение табл. 3.3.2

Группа, под- группа модулей	Название изобретения (страна, № а.с., патента, авторы, год опубликования)	Схема, эскиз	Комментарий в аспекте принципа заменяемости
3.2. ломаные (стерж- невые, плоско- стные)	Сборный железобетонный каркас здания и сооружения (СССР, 1065559, А.М. Сорокин, 1984)		Цель — увеличение объемно-планировочных вариантов каркаса; унификация элементов как следствие их разнозаменяемости, достигаемой конструктивно неразрезными балками поясов ферм высотой на этаж и съёмными стойками и диафрагмами
	Составная безраскосная ферма каркаса здания (СССР, 1252454, А.В. Сирота и др., 1984)		Конструкция разнозаменяемая; изменение высоты обеспечивается раздвижкой двух составных продольных частей с установкой доборных элементов различной длины
	Конструкция зданий, имеющая модульные фермы переменной формы (Франция, 2479309, 1982)		Два модуля (шпренгельные стропила) образуют разнозаменяемую ферму; разнозаменяемость обеспечивается использованием затяжки разной длины
	Многоэтажное здание (СССР, 614204, Л.З. Аншин. 1978)		Г и П-образные объемные блоки образуют номенклатуру взаимозаменяемых конструкций; возможно получение разнозаменяемости при увеличении числа типоразмеров номенклатуры (за счет разной величины пролетов и др.)
	Многоэтажное здание (СССР, 1090817, Е.В. Ендржевский и др., 1984)		Г-образные объемные элементы взаимозаменяемы; предусматривают поэтажную взаимно противоположную ориентацию рядов из них; разнозаменяемость возможна при увеличении числа типоразмеров таких элементов (конструктивных модулей) как в предыдущем решении

Продолжение табл. 3.3.2

Группа, под-группа модулей	Название изобретения (страна, № а.с., патента, авторы, год опубликования)	Схема, эскиз	Комментарий в аспекте принципа заменяемости
3.3. кривые (в одной, нескольких плоскостях)	Сводчатое покрытие (СССР, 968240, В.А. Отставнов и др., 1982)		Асимметричные панели-оболочки двоякой кривизны дают разнозаменяемость при замене местами опорной и замковой частей арки; изменяются высота и пролет сооружения
3.4. сложные	Здание (СССР, 975983, И.Я. Подольский, 1982)		Сборные плоские и ребристые панели и тавровые плиты – взаимозаменяемы; при избыточной несущей способности ребристых панелей возможно: изменение пролета; при постоянном пролете – увеличение высоты, для этого нужна номенклатура элементов
4. «Части пространства»:			
4.1. прямо-угольные	Многоэтажное здание (СССР, 808614, К.Т. Паниев, 1981, а также 759690, 757669)		Объемно-блочно-стволовая схема потенциально разнозаменяемая при использовании различных объемных модулей для разных жилых зданий; см. п.4.3.
	Объемный блок здания (СССР, 526697, А.Ф. Смирнов и др., 1976)		Мобильный модуль объемно-блочных зданий; несколько типов модулей (с окном и т.п.) дадут разнообразие зданий в плане, по фасадам, этажности; объемный блок – взаимозаменяемый; см. п. 4.3.
4.2. косо-угольные	Капитальная пространственная ячейка структурной конструкции (СССР, 655794, В.С. Поляк и др., 1979)		Элемент – взаимозаменяемый, как часть структурных ферм разных типов-размеров может быть разнозаменяемым при необходимой несущей способности на предусмотренные варианты

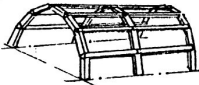
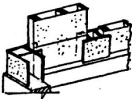
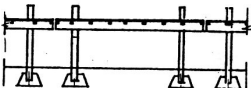
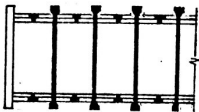
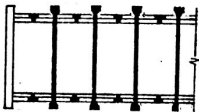
Продолжение табл. 3.3.2

Группа, под- группа модулей	Название изобретения (страна, № а.с., патента, авторы, год опубликования)	Схема, эскиз	Комментарий в аспекте принципа заменяемости
	Секция складной пространственной конструкции шатро- вого типа (СССР, 916684, А.Н. Сомов и др., 1982)		Взаимозаменяемые элемен- ты образуют разнозаменяе- мую совокупность для удобства транспортировки
4.3. кривые	Мобильный объемный блок С.Ж. Нарынова (СССР, 796340, 1981)		Объемный блок выполнен из разнозаменяемых эле- ментов (телескопических секторных створок, выпол- ненных разъемными, с воз- можностью образования объ- емных блоков с разной толщиной и составом стен); обеспечивается разнозаменя- емость объемных блоков для различных стойтельно- климатических районов; прецедент стационарно-мо- бильной ИСС
	Строительный элемент (СССР, 142407, В.Н. Ушаков и др., 1961)		Сборные элементы (моду- ли) разнозаменяемы с це- лью компактной укладки (как в решении выше, п.4.2.) за счет рациональ- ной формы и наличия по- лости
4.4. сложные	Каркасное здание (СССР, 765474, А.Г. Пауков и др., 1980)		Установка одного модуля на расстоянии от другого изменяет объемно-плани- ровочные показатели про- мышленного здания; здесь применен «внешний» фак- тор, обеспечивающий раз- нозаменяемость взаимоза- меняемым модулям.
	Теплица (СССР, 947365, В.В. Беляев и др., 1982)		Конструктивно-функцио- нальный модуль может со- гласовываться с координа- ционной сеткой; в соору- жении два типа модулей; многообразие возможно за


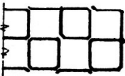
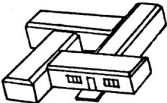

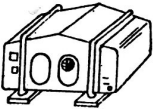
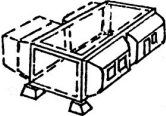
Продолжение табл. 3.3.2

Группа, под-группа модулей	Название изобретения (страна, № а.с., патента, авторы, год опубликования)	Схема, эскиз	Комментарий в аспекте принципа заменяемости
			счет количества модулей по цифровой и/или буквенной осям; возможна также сложная форма плана
II. Примеры с комбинированием геометрических форм			
1. Кладка стен – точка – точка	(СССР, 542, В.Е. Рачинский, 1925)		Два типа фасонного кирпича обеспечивают взаимосвязь кладки без использования строительного раствора; «чисто» штучная конструкция стен
	Строительный блок (СССР, 1046444, В.И. Феклин, 1983)		То же, что и в предыдущем решении
2. Деревянная балка – много-жество точек – прямая	(СССР, 958612, В.И. Скрибо и др., 1982)		Взаимозаменяемые пластины позволяют утилизировать отходы пиломатериалов; здесь разнотипность – в альтернативности конструкциям традиционных балок (со сплошными стенками и т.п.); таким решением одни конструкции заменяют другими с получением положительных результатов
3. Шарнирный узел – точка – сложная кривая	Шарнирный узел складного каркаса (СССР, 1539275, В.И. Бут, 1990)		Шарнирные сочленения в узлах линейных элементов обеспечивают изменчивость формы сооружения, обычно, для компактности укладки его в целом или составных частей
4. Железобетонная каркасная конструкция – прямая – прямая	(Великобритания, 1266174, 1972)		Получение объемного и плоского, продольного и поперечного каркаса из линейных элементов; при изменении продольных размеров элементы – разнотипны (при условии сопряженности в узлах)

Продолжение табл. 3.3.2

Группа, под-группа модулей	Название изобретения (страна, № а.с., патента, авторы, год опубликования)	Схема, эскиз	Комментарий в аспекте принципа заменяемости
5. прямая — — ломаная	Сборный каркас сводчатого сооружения (СССР, 1201444, Ю.С. Лебедев и др., 1985)		При разных арках по высоте и пролету могут быть одни и те же прогоны по шагу, т.е. возможна объектная, видовая и т.п. разнотипность
6. прямая — — плоскость	Разборный деревянный барак (СССР, 43879, А.М. Гинсбург, 1930)  Каркас здания (СССР, 1171588, Л.Н. Ануфриев и др., 1985)	 	Сборные конструкции взаимозаменяемы; разнотипность возможна, например, при разной длине панелей (при разном шаге стоек)  Прецедент отступления от укрупненного шага; переменный шаг колонн приводит к снижению материалоэффективности; изменение качества сооружения при сохранении технологических условий — это разнотипность по получаемому эффекту
7. прямые — плоскости	Комплект строительных элементов для возведения мобильных сооружений, в частности, ямарочных и выставочных павильонов (ФРГ, 3303190, 1984)		Комплект из стоек, ригелей, частей стен, потолков, пола и т.д. — номенклатура сборно-разборных изделий для строений определенного назначения; изделия могут быть взаимозаменяемыми в соответствии с признаками форм заменяемости
8. плоскость — — плоскость	Здание (СССР, 727818, И.Ш. Плотников, 1980)		Плоские модули — поперечные панели и плиты — преимущественно, взаимозаменяемые из-за ограничений транспортных габаритов; возможна разнотипность по длине, этажности (при неизменных типоразмерах)

Продолжение табл. 3.3.2

Группа, под-группа модулей	Название изобретения (страна, № а.с., патента, авторы, год опубликования)	Схема, эскиз	Комментарий в аспекте принципа заменяемости
9. плоскость – кривая поверхность	Сборное железобетонное одноэтажное здание (СССР, 777185, В.И. Боженко и др., 1980)		Разнозаменяемость возможна при номенклатуре панелей и плит как объектная, видовая и др. или с применением конструкций других зданий как общеплощадочная, межвидовая и т.п.
10. объем – плоскость	Хранилище сыпучих материалов (СССР, 657158, З.И. Сорокина, 1979 (аналогично а.с. 791870))		Объемные и плоские модули для силосных сооружений взаимозаменяемые; вариативность (многообразие) – в количестве изделений в плане (ширина, длина) и в разрезе (высота)
11. несколько прямо-угольных объемов	Сборный элемент дома (США, 3629983, 1971)		Строительные модули (жилые дома как составляющие элементы) обеспечивают внешнюю разнозаменяемость по количеству, взаимному положению, группировке модулей на генплане и др.
12. прямые – косо-угольные объемы	Мобильное сборно-разборное модульное сооружение (СССР, 1574747, А.П. Язын и др., 1990)		Применение взаимозаменяемых контейнеров-модулей совместно со сборно-разборной крышей (как доработкой при сборке) делает сооружение неформально разнозаменяемым
13. объемы разной формы	Сборное сооружение (США, 3566554, 1974)		Сооружение собрано из различных взаимозаменяемых элементов – объемных модулей; сооружение в целом – взаимозаменяемое
	Транспортное здание (ФРГ, 2109864, 1971)		Здание из разнозаменяемых объемных модулей: каркаса, к которому крепят сменные унифицированные блоки разного назначения. Пример формальной внешней разнозаменяемости



теориями обобщенной заменяемости и обобщенной модульности.

Предложенные изменения в нормативном понятии модульности делает целесообразным критическое рассмотрение таких соотношений понятий с ним, как: модуль и одинаковые свойства элементов и систем; модуль и единичность, кратность значений параметров; модуль и заранее заданные одинаковые свойства элементов и систем; модуль и принцип концентрации материала в элементах и системах и т.п. Этот анализ необходим для методологического обоснования отдельных положений обобщенных теорий заменяемости и модульности, возникающих при решении проблемы однообразия ИСС и многономенклатурности их элементов в аспекте этих теорий.

**Модуль и одинаковые свойства.** Ранее (см. раздел 2.2) была проанализирована посылка об одинаковости заранее заданных при проектировании свойств сборных (типовых и унифицированных) элементов по Стрелецкому Н.С., которая в данной работе принята в качестве *аксиомы тождества* элементов в отношении их свойства взаимозаменяемости как *формы* одноименного технического явления.

В аспекте свойства модульности элементов принятая аксиома дополняется их тождеством по содержанию технического явления взаимозаменяемости. Это содержание представляется более сложным в случае присоединения к положениям о геометрической модульности положений по ОМКС, рассмотренных в предыдущем разделе.

Аналогично появляется новая посылка различности (см. раздел 2.2) заранее заданных свойств сборных элементов, которая была предложена в качестве *аксиомы различия* сборных элементов в отношении их свойств разнотипности как формы одноименного технического явления. В аспекте модульности свойств сборных элементов эта аксиома также дополняется их *различием по содержанию*. Содержание различия тоже становится более сложным при совместном рассмотрении положений геометрической (по МКРС) и обобщенной (по ОМКС) модульности.

Таким образом, принятая гипотеза о качественно-количественном составе и формо-содержательном выражении элементов и систем как первооснове их многообразия (см. раздел 2.1), получает необходимую для обобщенных теорий заменяемости и модульности последовательность и непротиворечивость. В концепции многообразия ИСС качественно-количественному составу соответствует теория обобщенной модульности, а формо-содержательной – теория обобщенной заменяемости, которые взаимодействуют между собой, находясь в единстве (как противоположности).

**Модуль и единичность, кратность значений.** При проектировании модульных строительных конструкций важнейшими частными случаями одинаковости или различности являются выражение их свойств через единичность расчетно-проектных характеристик.

Единичность заранее заданных свойств (прочностных, деформационных, теплотехнических, эксплуатационных и др.) не должна пониматься только как равенство их единице какого-либо измерения, например, 100 мм, 100 кН, 100 кН·м, 100 лет, 1 ч. и др.). Единичность возможна при кратности любой по абсолютному значению заданной величине. Поэтому структурный конструктивный модуль, в том числе любой элемент из типовой номенклатуры, может рассматриваться как обладающий свойством единичности из-за его унификации и типизации, а также стандартизации согласно нормативно-стандартным основам типового проектирования. При этом возможны два варианта:

- первый – когда в качестве единичного принимается реальное расчетно-проектное значение технической характеристики уже изготовленных типовых элементов. Здесь единичным является собственно конструктивный модуль, т.е. типовой элемент как стандартное изделие серийного промышленного производства. Этот элемент многократно повторяется в здании с равными шагами и пролетами. При этом проявляется кратность общей несущей способности остова здания относительно несущей способности каждого конструктивного (как единичного) модуля на основе свойства аддитивности сборных ИСС. Один (любой) экземпляр конструктивного модуля здесь представляет собой также единичное значение модуля по несущей способности, хотя его величина не равна единице в физическом измерении;

- второй – когда единичные свойства материалов и элементов выражены формально через величины, принятые действительно за единицу, например, 100 кН, 100 кН/м<sup>2</sup>, 100 лет, 1 ч и т.д. Эти значения принимаются в качестве *основного* модуля по нагрузке, несущей способности, долговечности, огнестойкости и т. д. Аналогично геометрической системе здесь могут быть производные модули – укрупненные (например, 300 кН·м, 600 кН·м и т.д.) и дробные (например, 50 кН·м, 20 кН·м и т.д.). При производных значениях грузовых, силовых и других модулей проявляется признак кратности их основному (единичному) значению модуля.

Первый вариант применим при использовании строительных конструкций действующей типовой номенклатуры в проектировании зданий и сооружений методом каталогов. В этом варианте единичности увеличение многообразия ИСС возможно, например, за счет расширения области применения конструкций типовой номенклатуры. Второй – при проектировании, например, составных конструкций по ОМКС

для серийного производства. Совпадение обоих вариантов происходит в проектировании ИСС методом каталогов из номенклатуры амбизаменяемых стандартных конструкций, рассчитанных по принципу обобщенной модульности.

**Модуль и заранее заданные одинаковые свойства.** Одинаковость свойств – частный случай заданных свойств, поскольку последние могут быть и разными. Одинаковость свойств, а также единичность и кратность значений характеристик этих свойств – это конкретизация укрупненного признака «наперед заданных свойств» сборных типовых конструкций по Стрелецкому Н.С. [222].

Заранее заданные свойства являются более высоким уровнем их одинаковости или различности, поскольку они не произвольны, а предварительно предусмотрены замыслом проектировщика, расчетом инженера при проектировании конструкций и зданий, сооружений в целом. Они необходимы по каким-то конкретным значениям их определенных характеристик.

Согласно модульному принципу на основе стандартной МКРС свойства взаимо- и разнозаменимости выражаются *внешними* факторами – через геометрические соотношения и координацию элементов и систем. Несущая способность стандартных элементов, рассчитываемая при инженерно-строительном проектировании, является также отражением внешних факторов, поскольку величины нормативных нагрузок и воздействий определяются грузовыми площадями, выраженными теми же геометрическими параметрами объемно-планировочных схем оснований зданий и сооружений (величинами шага, пролета, высоты).

Обобщенно модульный принцип, включающий наряду с геометрической модульной подсистемой (той же МКРС) еще грузовую и силовую модульные подсистемы, отражает *внутренние* факторы взаимо- и разнозаменимости. Внутренние факторы содержат технические (материально-вещественные) характеристики строительных материалов, из которых изготовлены стандартные элементы. Они являются исходными при расчете изделий серийного производства. К ним относятся характеристики пределов прочности, деформаций при разных видах нагрузок на несущие конструкции, теплотехнических и других свойств ограждающих конструкций, а также морозостойкости, огнестойкости, долговечности и др.

Стандартные сборные изделия в результате становятся структурными конструктивными модулями с одинаковыми или разными заранее заданными свойствами, получаемыми на основе модульных значений исходных строительно-климатических данных, модульных нормативных нагрузок и воздействий, но с использованием расчетных фор-

мул и методов согласно действующим СНиП [193, 194, 195, 203, 204 и др.]. Последние, оставаясь общепринятыми, включаются в методику АКТ-проектирования, учитывающую особенности расчета и конструирования согласно обобщенным теориям заменяемости и модульности.

В обобщенно-модульных стандартных изделиях, имеющих одинаковые и разные заранее заданные свойства, ведущими являются грузовая и силовая модульные подсистемы, включающие в себя через модульные грузовые площади и геометрическую модульную подсистему (стандартную МКРС). В такой методике проектирования грузовая и силовая модульные подсистемы определяют дополнительные свойства сборных элементов заранее заданной одинаковости или различности по предельным состояниям, выраженным в модульных значениях.

Однако заранее заданные свойства с единичными или кратными расчетными значениями проектных величин, которые обусловлены обобщенной модульной системой – это дополнительные качественно-количественный состав и формо-содержательное выражение амбизаменяемости множества сборных элементов, обеспечивающие архитектурно-конструктивную, конструктивно-функциональную и другую «гибкость» или вариабельность ИСС.

Стандартные изделия, обладающие обобщенно-модульными свойствами, имеют заранее заданные не только геометрические, но и все остальные существенные их функции: несущие, ограждающие, утепляющие, изолирующие, светопроницаемые и т.д. Можно считать, что такие сборные элементы, с одной стороны, являются обобщенно-модульными, а, с другой, – модульные элементы обладают заранее заданными свойствами (единичными, укрупненными, дробными, укрупненно-дробными), что является следствием их стандартизации по экспликационной методологии проектирования ИСС. Такое проектирование придает сборным и другим элементам более высокий уровень их прогнозируемости, когда происходит совпадение двух случаев выражения единичности свойств, отмеченных выше.

Таким образом, стандартные строительные изделия (несущие конструкции, ограждающие элементы и др.) могут рассматриваться как модульные, обладающие заранее заданными свойствами, но при этом содержание этих свойств может быть большим или меньшим в зависимости от заложенного при проектировании содержания модульной координации.

**Модуль и принцип концентрации материала.** *Принцип концентрации* металла по Стрелецкому Н.С. [222] является отражением определенных закономерностей в проектировании строительных конструкций в период индустриализации строительства. Это – характерное конструктивное отмежевание от кустарного строительства зданий и

сооружений, возводимых, преимущественно, из непрерывных структурных частей – ленточных фундаментов, кирпичных стен, сводчатых перекрытий и т.п.

Отмежевание в конструктивном отношении происходило путем разработки каркасных остовов зданий и сооружений, несущие конструкции которых выполнялись, в частности, стальными. Естественно, принцип концентрации металла стал общим принципом концентрации материалов других несущих конструкций – железобетонных, каменных, деревянных.

Индустриализированное производство сборных элементов каркасов, посредством которых преимущественно воплощается принцип концентрации материала, разработка укрупненной модульной координационной сетки, расчетно-теоретическое и научно-методическое обеспечение проектирования каркасных схем дали огромные практические результаты. При этом тенденция укрупнения геометрической модульной сетки постоянно сохранялась (раздел 1.2).

Однако традиционное строительство с использованием стандартных материалов и полуфабрикатов, выпускаемых современной строительной промышленностью, индустриальные методы возведения бескаркасных зданий и сооружений из сборных элементов (крупноблочных, крупнопанельных, объемно-блочных и др.), а также монолитное направление индустриализированного строительства (стволовая, оболочковая и иные АКТ-системы) представляют собой соответственно противоположный *принцип рассредоточения* материалов (см. рис. 3.3.1).

Действительно, с формулированием первого принципа (концентрации) по противоположности с ним должен подразумеваться и второй принцип (рассредоточения) материалов, а в связи с развитием наряду со стоечно-балочными системами диафрагмово-стеновых систем – преимущественно второй. Отметим также, что конструктивная реализация каждого из двух принципов содержит те или иные признаки противоположного. Так, при сосредоточенных нагрузках от ферм в стенах устраивают локальные распределяющие устройства (например, бетонные подушки, разгрузочные балки и т.п.). И, наоборот, при реализации принципа рассредоточения материала имеют место конструктивные признаки его концентрации, например, угловые и рядовые простенки в кирпичных стенах, бетонные столбы в разрывах стен, балки в несущих перегородках.

Наконец, можно утверждать, что любые АКТ-решения отражают собой единство противоположных принципов *концентрации–рассредоточения*. Например, стена распределяет нагрузку от перекрытия по своей длине, но одновременно сосредотачивает ее по толщи-



**Рис. 3.3.1 – Структурно-логическая схема принципа распределения конструкционных материалов в ИСС**

не; также и колонны, балки покрытия и т.д. Другой пример: при укрупнении шага колонн в ряде его значений 6, 12, 18 м и далее имеет место концентрация материала как тенденция, а при дроблении шага в ряде 30, 24, 18 м и далее происходит рассредоточение материала, тоже как тенденция.

Таким образом, *укрупнение–дробление* в индустриализированном строительстве принципиально сосуществуют также одновременно и совместно. Отмеченное дает основание для обобщения двух противоположных принципов в виде *принципа распределения* (рис. 3.3.1). Этим принципом можно руководствоваться, например, при выборе расчетной и конструктивной схем зданий и сооружений на стадии ТЭО принимаемых решений.

В концепции обобщенных теорий заменяемости и модульности сборных ИСС выведенный принцип распределения материалов (а также возможностей материалов, состояний конструкций и др.) необходим для обоснования укрупненно-дробных параметров структурных модулей с модульными несущей способностью, структурным составом, геометрической формой и проч.

Итак, по различным источникам информации в области строительства и архитектуре, а также других областей науки и техники установлена возможность более широкой трактовки понятия модуля. Выделены две сферы приложения модулей с укрупненным подразделением их на *расчетно-теоретические* (исследование, расчет, проектирование и др.) и *конструктивно-функциональные* (производство, эксплуатация и др.).

Выявлены атрибутивные признаки модуля, которые позволяют дать адекватные определения обобщенного модуля, модульной системы и модульного принципа применительно к проектированию ИСС. Взаимосвязь обобщенного модуля и свойства аддитивности в ИСС возможна в различном (не только геометрическом) проявлении модульности.

Приведена классификация модулей по группам (расчетные, объемно-планировочные, конструктивные и др.). Одни из них могут применяться для установления унифицированных параметрических рядов в нормах по архитектурно-строительному проектированию, другие – аналогично использоваться в иных направлениях нормирования, в частности, в градостроительстве.

Проведена систематизация изобретений по геометрической форме, содержащих признаки АКТ-модульности во взаимосвязи со свойствами взаимно-, разнотипности. Она может быть полезна при разработке «специализированных» методов обеспечения разнотипности для увеличения многообразия ИСС при сокращении номенклатуры элементов.

Проанализированы соотношения понятия обобщенного модуля с атрибутивными признаками (единичность, кратность значений, заранее заданные свойства и др.) сборных типовых элементов и принципом распределения материала в элементах ИСС, что будет учтено при логико-семантическом описании методов разнотипности с последующей классификацией последних (раздел 4.4), при разработке других положений методологии проектирования ИСС.

### **3.4. Модель вариативности систем из заменяемых элементов**

**Общая характеристика.** Представленная ниже обобщенная модульная система является формализацией одно- и многоступенчатых, одно- и многослойных, одно- и многоярусных сборных ИСС конструктивных каркасных схем. Эта система рассматривается как теоре-

тическая модель, которая в графической части показана на рис. 3.4.1, а в аналитической представлена выражениями (3.4.1)—(3.4.18).

*Обобщенная модульная система* – совмещение подсистемы пространственных модульных координационных плоскостей по МКРС, образующих модульные грузовые площади, с нагружением их модульными равномерно распределенными вертикальными нагрузками, составляющими грузовую подсистему, при этом расчетная несущая способность элементов выражена также в модульных величинах и представляют силовую подсистему.

Отличием предложенной модели от расчетных, габаритных и конструктивных схем, применяемых при расчетах строительных конструкций и проектировании архитектурных конструкций, является *пространственное, грузовое и силовое единство* системы. То есть, обобщенная модульная система содержит наряду с нормативной геометрической подсистемой дополнительно грузовую и силовую подсистемы, находящиеся во взаимосвязи, выраженные в модульной форме и отвечающие свойству аддитивности.

Допущения по неаддитивным факторам, эквивалентному выражению сосредоточенных нагрузок ветрового напора через равномерно распределенные нагрузки в модульной форме, ограничения области применения обобщенно-модульной методики анализа и некоторые другие факторы будут рассмотрены отдельно по мере получения частных аналитических зависимостей. Последние вытекают из модульного представления нагрузки, приходящейся на модульную грузовую площадь объемно-планировочных элементов обобщенной модульной модели каркасной ИСС.

По рис. 3.4.1 имеем единичную модульную грузовую площадь

$$F_M = (b \, l) M_G, \quad (3.4.1)$$

где  $M_G$  – основной геометрический модуль, равный по МКРС 100 мм;

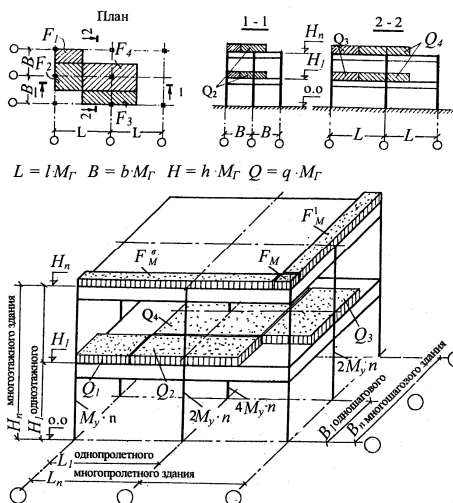
$b, l$  – соответственно модульный шаг, модульный пролет, численно равные укрупненным значениям унифицированного ряда кратным 3 (т.е. 3, 6, 9, 12, 15, 18 и т.д.).

Равномерно распределенная модульная нагрузка на модульную грузовую площадь дает нагружение  $Q$  конструкции:

$$Q = q F_M M_H = (b \, l \, q) M_{G,H}, \quad (3.4.2)$$

где  $q$  – модульная нагрузка, численно равная укрупненным значениям грузового модуля, соответствующая аналогично геометрической модульной подсистеме ряду значений, кратных 3;





**Рис. 3.4.1 – Обобщенная модульная система (графическая составляющая модели)**

$M_F$  – основной геометрический модуль;  $M_H$  – то же, нагрузки;  $M_y$  – то же, усилий;  $L$  – модульный пролет;  $B$  – такой же, шаг;  $H$  – такая же, высота;  $F_M$  – элементарная модульная площадь;  $F_M^{b,l}$  – то же, полоса по шагу и пролету;  $F_1, F_2, F_3, F_4$  – модульные грузовые площади на колонны: угловую, торцевую, рядовую, среднюю;  $Q_1, Q_2, Q_3, Q_4$  – модульные нагрузки на соответствующие грузовые площади

$M_H$  – основной грузовой модуль, равный  $100 \text{ кН/м}^2$ .

В заданном строительно-климатическом районе при определенной конструкции покрытия можно принять  $q = \text{const}$ ; при укрупненных модульных размерах шага, например, 6 м и пролета, например,

24 м все параметры выражения (3.4.2) будут постоянными, т.е. при  $b = \text{const}$ ,  $l = \text{const}$ ,  $q = \text{const}$  величина  $Q$  тоже постоянная. Несмотря на кажущуюся грузо-геометрическую «жесткость» взаимосвязи параметров зданий и сооружений, стандартизации их конструкций и нормировании нагрузок, рассматриваемая модель ИСС обладает значительной вариабельностью.

В общем случае она может варьироваться всеми тремя параметрами: шагом, пролетом и нагрузкой:

$$Q_{var} = (b \ l \ q)_{var} M_O, \quad (3.4.3)$$

где  $M_O$  – обобщенный модуль, равный 100 ед. (мм или кН/м<sup>2</sup>).

Определенной «гибкостью» в планировочных решениях ИСС обладает шаг  $b$  колонн (или простенков диафрагмово-стеновых конструктивных схем). В этом случае выражение (3.4.3) примет вид:

$$Q_{var} = (b_{var} \ l_{const} \ q_{const}) M_O. \quad (3.4.4)$$

Большие функционально-технологические возможности при планировке ИСС обеспечивает (при соответствующих АКТ-решениях) вариабельность пролета  $l$ , т.е. длина пролетных конструкций (балок перекрытий, ферм покрытий и др.). В этом случае

$$Q_{var} = (b_{const} \ l_{var} \ q_{const}) M_O. \quad (3.4.5)$$

Увеличение вариабельности модель ИСС получает, когда переменны оба планировочных параметра  $b$ ,  $l$ , т.е. при

$$Q_{var} = (b_{var} \ l_{var} \ q_{const}) M_O. \quad (3.4.6)$$

Общий случай вариабельности модели имеет место при предыдущем решении с дополнительным изменением модульной нагрузки  $q$  (например, при холодном или утепленном покрытии здания, в другом строительном-климатическом районе и т.д.), т.е. когда все три параметра переменны:

$$Q_{var} = (b_{var} \ l_{var} \ q_{var}) M_O. \quad (3.4.7)$$

Приведенными случаями изменения модульных параметров вариабельные возможности исследуемой модели не исчерпываются. Дополнительно могут быть «обратные» случаи вариабельности по модульной нагрузке  $q$  в зависимости от вариабельности единичных значе-

ний модульного шага  $b$  и пролета  $l$  в разных сочетаниях:

$$q_{var} = \frac{Q_{const}}{(b_{var} l_{const}) M_O}, \quad q_{var} = \frac{Q_{const}}{(b_{const} l_{var}) M_O},$$

$$q_{var} = \frac{Q_{const}}{(b_{var} l_{var}) M_O}. \quad (3.4.8—3.4.10)$$

Выражения (3.4.8)—(3.4.10) являются частными случаями общего выражения (3.4.3), соответствующими различным вариантам АКТ-решений модели ИСС в обобщенной модульной координации.

Как видно по рис. 3.4.1 укрупненные модульные грузовые площади кратны элементарной грузовой площади, тогда

$$Q = n q M_O, \quad (3.4.11)$$

где  $n$  – количество элементарных грузовых площадей в шаге или пролете одноэтажного здания или количество этажей многоэтажного здания.

По выражению (3.4.11) можно получить дополнительные варианты изменения модели или ее конструктивно-функциональной «гибкости»:

$$(nq_{const})_{var} = \frac{Q_{const}}{(b_{var} l_{const}) M_O}, \quad (nq_{const})_{var} = \frac{Q_{const}}{(b_{const} l_{var}) M_O},$$

$$(nq_{const})_{var} = \frac{Q_{const}}{(b_{var} l_{var}) M_O}, \quad (3.4.12—3.4.14)$$

а также:

$$q_{const} = \frac{Q_{const}}{(n_{var} b_{var}) l_{const} M_O}, \quad q_{const} = \frac{Q_{const}}{b_{const} (n_{var} l_{var}) M_O},$$

$$q_{const} = \frac{Q_{const}}{(b_{var} l_{var}) n_{var} M_O}. \quad (3.4.15—3.4.17)$$

Выражения (3.4.12)—(3.4.17) описывают АКТ-решения по дополнительной вариативности модели, т.е. как ее конструктивной, компоновочной, структурной, технологической и другой «гибкости» ИСС [В.28].

**Анализ модели.** Из приведенной совокупности выражений следуют такие положения:

- в «жесткой» грузо-геометрической взаимосвязи обобщенной модульной системы существуют АКТ-решения, обеспечивающие ее

конструктивно-функциональную «гибкость», т.е. габаритные схемы из одинаковых конструкций для разных технических условий на ИСС;

- расчетная несущая способность стандартных конструкций может исчерпываться в разных конструктивных схемах за счет изменения: 1) шага при постоянном пролете; 2) пролета при постоянном шаге; 3) нагрузки на покрытия или перекрытия при неизменном шаге или пролете; 4) одновременно шага, пролета; 5) всех параметров: шага, пролета, нагрузки; 6) за счет кратности несущей способности конструкций, шага и пролета одновременно или 7) отдельно;

- укрупнение сетки колонн (простенков) для ИСС различного назначения с рядами пролетов и шагов, кратными 6 м, являются частными случаями обобщенной модульной системы. Частными не в том смысле, что они получены путем начального обобщения, последующей симплификации и дальнейшего укрупнения планировочных параметров зданий, а в том, что эти ряды обусловлены *целенаправленным* укрупнением шага унификации для снижения многономенклатурности сборных изделий – колонн, стеновых панелей, плит перекрытий, балок и покрытий и других при «безадресном» их изготовлении. Это отразилось на развитии «гибкой» технологии заводского производства сборных изделий способами поштучного циклического изготовления в отдельных формах, которые не позволяют получать укрупненно-дробные ряды параметров без переналадки оборудования, снижающей производительность;

- альтернативой номенклатуре, например, 6-ти и 12-ти метровых по шагу ограждающих элементов могут быть элементы с произвольными значениями по длине, но кратными основному модулю  $M_{\Gamma} = 100$  мм или укрупненному  $3M_{\Gamma} = 300$  мм, образующие однотипные серийные группы (по армированию, поперечному сечению, наличию продольных ребер и иным АКТ-особенностям). Так, возможна, в частности, 3-х метровая группа: 3,1; 3,2, 3,3 м и т.д.; 6-ти метровая: 6,3; 6,6 м т.д.; 9-ти метровая: 9,3; 9,6 м и т.д.; 12-ти метровая: 12,6; 13,2; 13,8 м и т.д. Развитая номенклатура сборных изделий с укрупненно-дробными унифицированными рядами параметров возможна при технологии с непрерывным производственным процессом, соответствующая «резательному» методу и при «адресном» изготовлении.

В отличие от выражений (1.2.1) и (1.2.2) множество укрупненно-дробных геометрических параметров определяется выражением:

$$\{L_o, B_o, H_o\} \Leftrightarrow NM_{\Gamma} \pm nM_{\Gamma} = (N \pm n)M_{\Gamma}, \quad (3.4.18)$$

где  $L_o, B_o, H_o$  – стандартные параметры габаритных схем зданий и сооружений;

$N$  – натуральные числа укрупненной составляющей параметров;  
 $n$  – то же, дробной; при этом  $N > n$ .

Выражение (3.4.18) согласуется со всеми значениями модульных параметров, которые исключались на протяжении всего периода развития основ типового проектирования (например, укрупненные модули  $2M$ ;  $4M$ ;  $12M$  и др.) и которые остались, тем не менее, или были целесообразны в разных отраслях строительства: в гражданских зданиях – 4,5 м; в сельскохозяйственных – 7,5 м; в промышленных зданиях нового поколения – например, 31,5 м и др.

Согласно выражению (3.4.18), например, при  $N$ , соответствующем шагу колонн  $B_o = 6$  м и  $n = 1, 2, 3$  и т.д., возможны значения длины стеновой панели или плиты покрытия: 6,1; 6,2; 6,3 м и т.д.; или при  $n = 2, 4, 6$  и т.д. – 6,2; 6,4; 6,6 м и т.д. Целесообразность их не диктуется «повторяемостью использования» элементов (серийностью изделий), т.к. «резательный» метод не требует переналадки оборудования.

В понятии производных укрупненно-дробных размеров, дробная составляющая не совпадает со стандартным понятием дробных производных модулей типа  $1/2M$ ,  $1/5M$  и т.д.

Выражение (3.4.18) соответственно положениям ОМКС распространяется на любые другие параметры – модульной площади, модульной нагрузки, модульной несущей способности, а также на теплотехнические и проч. Тогда стандартные геометрические параметры  $L_o$ ,  $B_o$ ,  $H_o$  дополняются другими соответствующими значениями по содержанию.

На основании изложенного, уточним понятие «модульный шаг». Содержание этого понятия теперь включает не только тот общепринятый смысл, что он кратен основному модулю  $M$  или укрупненному  $3M$ , а и тот, что общая длина здания может быть разделена на модульные отрезки, соответствующие модульным грузо-силовым условиям работы несущих конструкций, при этом величины отрезков (шагов) округлены до значения  $M$  или  $3M$ .

Данное уточнение создает предпосылки для проектирования (по выражению 3.4.18) *методом истощения* и *методом компенсации несущей способности* строительных конструкций стоечно-балочных, рамных и других каркасов, а также назначать укрупненно-дробные модульные шаги, отличающиеся от существующих 6-ти и 12-ти метровых. Это не противоречит номинальному определению понятия модуля, позволяющему принимать в качестве единичного размер самого элемента (здесь: укрупненно-дробные размеры типа 6,3; 6,6 м и т.д.). Такое предложение, однако, не соответствует стандартам СТ СЭВ 1404-78 [212], СТ СЭВ 1001-78 [215] и другим [213, 214], поскольку они предопределили «гибкую» (не «резательную») технологию произ-

водства сборных конструкций.

«Жесткие» шаги сетки колонн с укрупненными модульными размерами производственных зданий 6, 12, 18 м и т.д. существенно ограничивают конструктивно-компоновочную вариабельность ограждающих и несущих конструкций типовых объемно-планировочных решений и, следовательно, массовое внедрение «резательной» технологии. Отсутствуют отвечающие ей теоретические исследования и методические рекомендации по архитектурно-конструктивной и конструктивно-компоновочной вариабельности элементов производственных зданий. Нет разработанных соответственно этой технологии архитектурно-конструктивных решений несущих и ограждающих конструкций для типового использования.

В технологии серийного производства принципиально должны быть способы (методы, приемы), которые позволяли бы увеличивать число типоразмеров без снижения производительности труда и объемов выпуска продукции за счет исключения операций переналадок металлоформ.

Закупленная СССР в 80-х годах импортная резательная технология фирмы «Махгоth» не нашла своего применения, что было следствием ориентации типового проектирования на производство сборных железобетонных конструкций с укрупненными модульными параметрами. При таких условиях ограничиваются возможности разнообразия АКТ-решений зданий. Однако частично это состояние может компенсироваться оригинальными решениями частных проблем архитектурного проектирования [Г.42, Г.49 и др.].

Принятая в стране концепция не способствовала развитию «гибкого» метода в «резательном» направлении, являющемся более высоким уровнем массового производства «индивидуальных» АКТ-решений исс. «резательный» метод дает дополнительное решение проблемы «однообразия зданий и многономенклатурности изделий» путем разнообразия геометрических параметров конструкций, не считаясь с многономенклатурностью их марок по этим параметрам.

\*\*\*

Применением Обобщенной модульной координации в строительстве (ОМКС) к теоретической модели сборных ИСС каркасной конструктивной схемы получены аналитические выражения ее вариабельности по геометрическим и грузовым параметрам. Анализ модели в отношении грузо-геометрической вариабельности показывает возможность использования укрупненно-дробных геометрических параметров элементов. Выявлены также предпосылки для разработки ме-

тодов исчерпания избытка и компенсации недостатка несущей способности типовых строительных конструкций в различных условиях их применения [В.16, 17].

### 3.5. Обобщенная модульная система, ее подсистемы

Под *модульной несущей способностью* сборного архитектурно-строительного элемента как конструктивного модуля сборной ИСС будем понимать сохранение работоспособности элемента по предельным состояниям при модульных значениях его собственных размеров (по шагу, пролету), грузовой площади и расчетной нагрузки, действующей на него.

В связи с данным определением необходимо отметить различие между расчетными и фактическими нагрузками, действующими на сборную строительную конструкцию. Они совпадают по величине при расчетных значениях, равных условиям фактической работы, что для типовых конструкций возможно как крайний случай. Обычно фактическая нагрузка по величине меньше расчетной, что означает не исчерпание ее несущей способности. В исключительных случаях (при ошибках) фактическая нагрузка по величине может быть больше расчетной, что ведет к разрушению конструкции.

При сборе нагрузок на несущие конструкции учитывают возможные: виды этих нагрузок, их нормативные значения, характер распределения по грузовой площади, нормативные сочетания, изменение на различных стадиях «жизни» (изготовление, монтаж, транспортировку, проектное положение и т.д.) и др. Величины расчетных нагрузок корректируются коэффициентами надежности относительно нормативных величин по условиям работы, однородности материалов, другими видами поправок, примечаний, ограничений и т.п. Учет такого многообразия условий, обеспечивая максимальное приближение к возможной реальной работе конструкции, фактически соответствует «индивидуальному» проектированию. То есть тщательная детализация в сборе нагрузок методически не отвечает типовому проектированию, призванному обеспечивать серийное производство сборных изделий для ИСС, работающих в различных условиях (точнее, в определенном диапазоне расчетного параметра – нагрузки).

При методике расчета конструкций по предельным состояниям создается мнимое представление о предельно возможном исчерпании их несущей способности в здании, сооружении. Однако в номенклатуре конструкции одного типа и разных типоразмеров по несущей способности образуют дискретный ряд, который не обеспечивает эконо-

мии материала (обычно дает его перерасход), поскольку они соответствуют наибольшему нагружению в широких пределах области их использования. Однако в этой области конкретные условия чаще дают меньшее нагружение.

Таким образом, имеет место противоречие. Индустриальное производство требует обоснованного огрубления в расчете, поскольку без этого типовое проектирование «индивидуализирует» стандартные конструкции и приводит к увеличению номенклатуры их типоразмерных рядов, а также к сужению области использования. Однако при этом закладывается серийный перерасход материалов.

Объемно-планировочная «гибкость» зданий обеспечивается укрупнением геометрических параметров между их опорными конструкциями. Следовательно, она обеспечивается архитектурными решениями, т.е. фактически параметрами строительных конструкций, соответствующими этим решениям. Тогда конструктивно-функциональная «гибкость» конструкций практически отсутствует при их соответствии предельным параметрам инженерных расчетов. Строже соответствуя понятию можно отметить, что «гибкости» (как вариативности) в таких объемно-планировочных решениях практически нет.

Аналогично возникает огрубление в расчете строительных конструкций, которое связано с обобщенной модульной системой. Последняя включает в себя дополнительно к укрупненным геометрическим еще параметры грузовые и несущей способности.

Предлагаемое огрубление расчета за счет модульности в нагрузках и несущей способности не означает исключение учета перечисленных выше особенностей, содержащихся в строительных нормах. Их учет – необходимая часть на начальном этапе проектирования типовых конструкций, делающая расчетчика «зрячим» по отношению к реально возможным условиям работы. Однако на последующем этапе может быть проведено модулирование строительных конструкций по несущей способности, подобное укрупненному объемно-планировочному модулированию.

Стрелецкий Н.С. считал, что предложенный им принцип концентрации материала в строительных конструкциях не является ведущим принципом типизации; его следует заменить принципом упрощения формы и компоновки [90]. Если принять, что геометрическая модульная координация в строительстве (МКПС) обеспечивает упрощение компоновки, то можно предположить, что грузовая и силовая модульная координация упрощает конструктивную форму по содержанию, а обобщенная модульная координация (ОМКС) дает упрощение в обоих



отношениях. Понятно, что последнее приведет к дополнительному перерасходу материала, неизбежному при отдельном упрощении компоновкой, т.е. при геометрической унификации.

Экономический эффект при унификации конструкций состоит в компенсации затрат на перерасход материала снижением стоимости изделий за счет их массового серийного производства. Упрощение же за счет модульности нагрузки и несущей способности конструкций обеспечивает дополнительную «гибкость» сборных ИСС в различных отношениях. В конечном счете, обобщенная модульная система может быть не только технически целесообразной, но и экономически приемлемой.

Обобщенный модульный принцип приобретает наиболее высокий уровень, поскольку основан на взаимосвязи геометрической, грузовой и силовой модульных подсистем, обеспечивающих всестороннюю вариабельность ИСС с использованием сборных конструкций [В.17, 31].

**Источники «резервов» несущей способности.** Для типовых строительных конструкций причиной превышения проектного напряженного состояния относительно фактического являются конкретные факторы. Знание их необходимо для проверочных расчетов при использовании методов разнозаменяемости, например, при выборе типовых конструкций для конкретных условий работы методами исчерпания или компенсации их несущей способности. Для этого отметим методическую сторону данного расхождения, принципиальная суть которого заключена в унификации.

Один из конкретных источников резерва несущей способности – несовпадение унифицированных рядов в исходных данных расчетов с расчетными значениями соответствующих им величин. К таким рядам относятся значения расчетного сопротивления материалов различных марок и классов, нагрузок и воздействий, в частности, кратковременных – снеговых и ветровых.

Другой источник находится в сортаментах на материалы и изделия (стального проката, гнутого профиля, кирпича, арматуры и др.). Например, двутавры имеют площади сечений с шагом параметрического ряда от 12 до 18% по сечению; в круглой стали такой шаг составляет около 8,5%.

Очень крупные шаги рядов унификации между нормативными значениями нагрузки от снегового покрова, которые составляют от 20 до 50% относительно предыдущего значений; для нагрузки от давления ветра они составляют от 13 до 36 % (см. табл. 3.5.1); для значений расчетных нагрузок на перекрытия зданий различного назначения – от

25 до 215% (табл. 3.5.2), а на покрытия производственных зданий – от 11 до 55% (табл. 3.5.3).

Дополнительным источником возможности превышения расчетной несущей способности типовых конструкций является дискретный ряд типоразмеров самих конструкций, определяемый стремлением уменьшить номенклатуру и, тем самым, увеличить объемы серийных партий изделий. Например, плиты покрытий размерами 6×3 м с.1.465 имели шаг в общем расходе арматуры до 12%. В сортаменте колонн с.1.423-3 для зданий без мостовых кранов смежные типоразмеры колонны имели различие в общем расходе арматуры в 2,2 раза [209, 210].

Одна из весомых причин рассматриваемого явления заключается в величинах модульных грузовых площадей, шагов и пролетов зданий, характеризующихся укрупненными унифицированными рядами, как правило, превышающими технологически необходимые величины.

Основным показателем для выявления недогружения конструкций является расхождение между расчетными и фактическими значениями нагрузок. Возможен учет несоответствия между требуемым и полученным напряжением, которое возникает из-за недостаточно тонкой градации сортаментов строительных материалов и по другим причинам. Для реализации избытка несущей способности конструкции в этих случаях необходимы данные о расчете конструкций по проектной документации.

Источником резерва несущей способности может быть замена конструктивных слоев в ограждающих элементах на более эффективные, а также упрощение состава покрытий, например, исключением традиционной кровли, тяжелого утеплителя и т.п.

*Геометрическая модульная подсистема* – одна из составных частей обобщенной модульной системы (образующая частное целое), которая связана с линейными, плоскостными и объемными размерами конструктивных элементов и архитектурно-строительных систем из них, а также с их соизмеримостью и координацией.

Подсистема состоит из стандартной мкрс в полном объеме и дополнена положением настоящего издания об укрупненно-дробных геометрических параметрах элементов и систем.

Таким образом, обобщенная модульная система (координация) содержит через геометрическую подсистему все стандартные и нормативные положения общепринятой МКРС – определение основного модуля, его производные (укрупненные и дробные) значения, категории размеров типовых сборных конструкций и их положения в зданиях, сведения о допусках размеров и классах точности строительных изделий, определения унификации и типизации, в том числе, понятие о взаимозаменяемости сборных конструкций.

Однако данные положения в обобщенной модульной системе содержатся в методологической экспликации с соответствующим пространством на перечисленные выше нормативные основы свойств разно- и амбизаменяемости сборных элементов в отношении ту на геометрические параметры.

*Грузовая модульная подсистема* – одна из составных частей обобщенной модульной системы (образующая частное целое), которая взаимосвязана с внешними нагрузками и воздействиями на конструктивные элементы и архитектурно-строительные системы из них, а также с их соизмеримостью и координацией.

Данная подсистема предназначена для проведения инженерных расчетов несущих конструкций зданий, сооружений по предельным состояниям и содержит нормативные значения нагрузок, ранжированные в унифицированные ряды. Нагрузки выражены в модульных эквивалентных суммарных величинах (от различных видов нагрузок). В соответствии с грузовой модульной подсистемой, включающей в себя геометрическую подсистему через грузовые площади, рассчитывают усилия в конструктивных элементах систем согласно их расчетным схемам.

В величинах нагрузок и воздействий, применяемых по строительным нормам при наличии в них градации от минимальных до максимальных значений, отсутствует кратность какой-либо начальной величине – модулю. Принимая основной модуль нагрузки  $M_H$  одинаковым от снегового покрова  $M_C$ , от давления ветра  $M_B$  и полезной нагрузки на перекрытия и покрытия  $M_{II}$  равным  $M_H = 100$  Па, переведем нормативные значения этих нагрузок в модульное выражение, а затем – в унифицированные ряды (табл. 3.5.1, 3.5.2).

В табл. 3.5.1 модулированы и унифицированы нормативные нагрузки от снегового покрова и давления ветра, приведенные в СНиП 2.01.07-85 [194]; в табл. 3.5.2 – временные нагрузки на перекрытия и покрытия. Здесь ряды имеют следующие шаги: от снегового покрова –  $2,5 M_H$ , далее  $5 M_H$ ; от давления ветра –  $0,5 M_H$ , далее  $1,0 M_H$ , затем  $1,5 M_H$ ; на перекрытия и покрытия –  $2,5 M_H$ ,  $5 M_H$  и  $10 M_H$ . Эти таблицы приведены в качестве иллюстраций возможных грузовых модульных подсистем.

Значения нагрузок от веса снегового покрова и давления ветра по строительно-климатическим районам, величины собственной массы строительных конструкций, различных конструктивных вариантов решений перекрытий и покрытий, а также функционально-технологических нагрузок на них (людей, мебели или оборудования, материалов, малых средств механизации и т.д.) дают определенные диапазоны значений от минимального до максимального. Поэтому в типовом проек-

тировании используют параметрический ряд значений расчетных нагрузок в возможном диапазоне изменения, по которому определяют число типоразмеров несущих конструкций одного функционального на-

**Таблица 3.5.1 – Унифицированные ряды нагрузок  
от снегового покрова  $s_o$  и давления ветра  $w_o$  в нормативном и модульном выражениях**

Временная (кратко- временная) Форма нагрузка выражения		Строительно-климатические районы*								Источник информа- ции
		I/Іа	II/І	III/ІІ	IV/ІІІ	V/ІV	VI/V	–/VI	–/VII	
1.	Вес снегового покрова, $s_o$ :									СНиП 2.01.07-85 табл.4 [194, с.8]
	нормативный, кгс/м <sup>2</sup>	50	70	100	150	200	250			
	кПа	0,5	0,7	1,0	1,5	2,0	2,5			
	модульный, $s_o M_C$	$5 M_C$	$7 M_C$	$10 M_C$	$15 M_C$	$20 M_C$	$25 M_C$			
	унифицированный, $s_o M_C$	$5 M_C$	$7,5 M_C$	$10 M_C$	$15 M_C$	$20 M_C$	$25 M_C$			
	шаг ряда, $M_C$	2,5	2,5	5	5	5				
2.	Давление ветра, $w_o$ :									СНиП 2.01.07-85 табл.5 [194, с.8]
	нормативное, кгс/м <sup>2</sup>	17	23	30	38	48	60	73	85	
	кПа	0,17	0,23	0,30	0,38	0,48	0,60	0,73	0,85	
	модульное, $w_o M_B$	$1,7 M_B$	$2,3 M_B$	$3,0 M_B$	$3,8 M_B$	$4,8 M_B$	$6,0 M_B$	$7,3 M_B$	$8,5 M_B$	
	унифицированное, $w_o M_B$	$2 M_B$	$2,5 M_B$	$3 M_B$	$4 M_B$	$5 M_B$	$6 M_B$	$7,5 M_B$	$9 M_B$	
	шаг ряда, $M_B$	0,5	0,5	1	1	1	1,5	1,5		

Примечания:  $M_C = M_B = 100$  Па; \* В числителе – по снеговому покрову, в знаменателе – по давлению ветра

**Таблица 3.5.2 – Унифицированный ряд временных нагрузок на перекрытия и покрытия  $q_o$  в нормативном и модульном выражениях**

<div>Нагрузка в зданиях, помещениях</div> <div>Форма выражения</div>	Покры-тия на прочих участках	Чердач-ные поме-щения	Квартиры, спальные помещения, палаты больниц, террасы, покрытия участков для отдыха, участки обслужи-вания обо-рудо-вания про-извод-ственных помещений	Служебные, бытовые помещения; залы читальные; балконы, лоджии со сплошной нагрузкой; кабинеты, лаборатории, помещения ЭВМ; кухни, техни-ческие этажи; для мелкого скота	Залы обеденные, фойе, коридоры, лестницы	Залы собраний и совещаний, ожидания, торговые, зрительские, концертные, спортивные; трибуны с закреплен-ными сидениями; покрытия со скоплением людей; балконы с полосовой нагрузкой	Трибуны для стоящих зрителей; книго-хранилища архивы; сцены; помещения для крупного скота	Источник информации
Нормативная $q_o$ , кгс/м <sup>2</sup>	50	70	150	200	300	400	500	СНиП 2.01.07-85 табл.3 [194, с.5]
кПа	0,5	0,7	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	
Модульная $q_o M_{II}$	$5 M_{II}$	$7 M_{II}$	$15 M_{II}$	$20 M_{II}$	$30 M_{II}$	$40 M_{II}$	$50 M_{II}$	
Унифицированная $q_o M_{II}$	$5 M_{II}$	$7,5 M_{II}$	$15 M_{II}$	$20 M_{II}$	$30 M_{II}$	$40 M_{II}$	$50 M_{II}$	
шаг ряда $M_{II}$	2,5	–	5	10	10	10	10	

Примечание:  $M_{II} = 100$  Па

значения по несущей способности.

По унифицированным рядам нагрузок от снегового покрова и от давления ветра интерполяцией могут быть уточнены на карте [195] ареалы, соответствующие модульной методике нормирования нагрузок. Однако при любом методическом начале нормативные величины нагрузок имеют «скачки» в значениях, равные шагу параметрических рядов, что не соответствует естественным условиям. Понятно, что один шаг ряда – это, как минимум, один типоразмер строительной конструкции по несущей способности.

Поскольку в расчетах, приведенных далее, используются не нормативные, а расчетные значения нагрузок, полученные модульные унифицированные ряды нарушаются из-за различных коэффициентов – надежности, аэродинамических и др. Поэтому практически можно пользоваться унифицированным рядом значений суммарных модульных расчетных нагрузок на покрытия с эквивалентным учетом в расчетных усилиях строительных конструкциях давления ветра, приведенного в табл. 3.5.3.

**Таблица 3.5.3 – Унифицированный ряд приведенной суммарной нагрузки на покрытия производственных зданий в натуральном  $q$  и модульном  $q_M$  выражениях**

Натуральное выражение $q$ , кН/м (кгс/м)	3 (300)	4,5 (450)	6 (600)	7,5 (750)	9 (900)	10,5 (1050)	12 (1200)
Модульное выражение $q_M$ , при $M_H = 100$ Н/м	30 $M_H$	45 $M_H$	60 $M_H$	75 $M_H$	90 $M_H$	105 $M_H$	120 $M_H$

**Продолжение табл. 3.5.3**

15 (1500)	18 (1800)	21 (2100)	24 (2400)	27 (2700)	30 (3000)
150 $M_H$	180 $M_H$	210 $M_H$	240 $M_H$	270 $M_H$	300 $M_H$

Примечание:  
Унифицированные  
шаги ряда:  
15  $M_H$ , далее 30  $M_H$

Тогда в модульной методике расчета «мешает» нагрузка на здание от давления ветра, являющаяся горизонтально направленной и обычно принимаемая как равномерно распределенная (при высоте здания до 10 м над поверхностью земли для местности типа А [194]).

Положение о равномерно распределенном давлении ветра не соответствует в данном случае реальной работе, поскольку стеновое ограждение в пределах этажа является жестким и передает нагрузку от ветра на каркас не по криволинейной эпюре, а двумя сосредоточенными силами (рис. 3.5.1). Это обусловлено высотой панели, равной высоте этажа, толщиной и армированием панели, зазором между колонной и стеной, а также креплением панели в крайних точках по высоте.

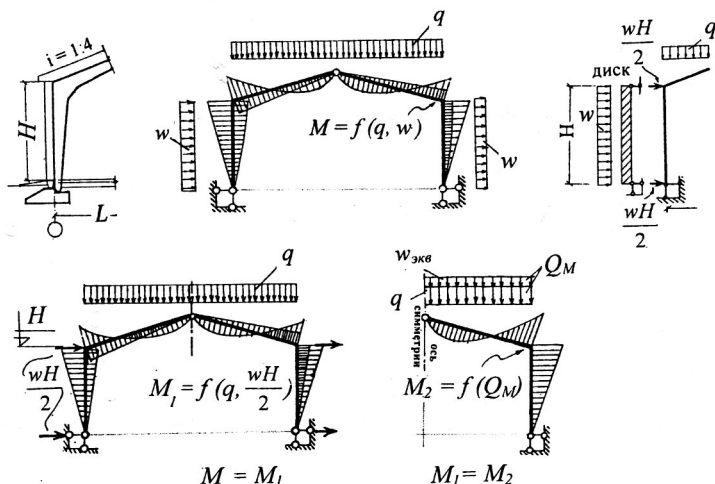


Рис. 3.5.1 – Приведение силового воздействия ветровой нагрузки к эквивалентной от суммарной модульной нагрузки на покрытие

а – конструктивная схема; б – общепринятая расчетная схема; в – реальный характер передачи нагрузки от давления ветра на каркас через стеновую панель; г – принятая эквивалентная схема; д – то же, в обобщенной модульной системе

С приведенным уточнением для инженерных расчетов можно принять ряд суммарной нагрузки на покрытие по табл. 3.5.3, в которой натуральные значения совпадают со значениями, применяемыми в проектировании [157]. Однако методически они отличаются тем, что:

- содержат эквивалентные нагрузки от давления ветра через соответствующую долю в расчетных усилиях рамы;
- соответствуют по давлению ветра климатическим районам;
- дополнительно имеют модульное выражение величин;
- включают собственную массу конструкции покрытия.

Модульной методикой воспользуемся для проведения укрупненного конструктивно-компоновочного расчета плоскостных трехшарнирных или других рам и арок с переменными структурными, геометрическими и силовыми параметрами (см. рис. 5.2.8, д). При заданном ряде модульных значений приведенной расчетной нагрузки на покрытие образуется ряд типоразмеров каркасных зданий различных конструктивных схем. В обобщенной модульной системе изменения в величинах нагрузок расчетных схем относительно типовых учитываются в эквивалентной форме и отражаются:

- выбором типоразмера конструкции с несущей способностью,



соответствующей следующему значению расчетных нагрузок в ряде (влево или вправо) по табл. 3.5.3;

- увеличением или уменьшением шага (пролета) конструкций;
- увеличением или уменьшением массы покрытия.

Изменения нагрузок в расчетной схеме, тем не менее, могут дать некоторую недогрузку или перегрузку конструкций из-за грубой дискретности модульного шага структурных, геометрических и грузовых параметров. Тогда возможно получение экономии материалов, применением соответственно *методов исчерпания* (избытка) или *компенсации* (недостатка) *несущей способности*. Эти методы – дополнительные возможности применения типовых конструкций при их «нестандартном» применении или нетиповом (оригинальном, творческом) проектировании ИСС.

Метод исчерпания более применим из-за тех особенностей типового проектирования, которые являются источниками несоответствия расчетных и фактических условий работы конструкций. Метод компенсации менее возможен, т.к. недостаток несущей способности – следствие ошибки проектирования. Здесь же этот метод приводится в аспекте расширения возможностей стандартных конструкций путем повышения их конструктивно-функциональной «гибкости».

Таким образом, рассматриваемая методика обеспечивает, с одной стороны, учет возможных нагрузок, а, с другой – упрощение расчета при использовании номенклатуры сборных изделий методом каталогов, а с третьей – разрешается противоречие между «индивидуальной» работой стандартных изделий и типовым проектированием.

**Грузо-геометрическое соотношение модулей.** Исходя из положений МКПС, в которой основной модуль  $M = 100$  мм, примем за основной модуль грузовой площади  $M_{\Gamma}$  горизонтальную площадку – квадрат со стороной, равной  $M$ :  $M_{\Gamma} = 100 \text{ см}^2 = 10^2 \text{ см}^2$ .

В геометрической модульной системе значения укрупненных модулей теоретически обоснованы основными свойствами натуральных чисел. На поле модулированных чисел согласно этому обоснованию приняты оптимальные значения 6, 12 и 30, 60. Эти значения кратны всем возможным значениям укрупненных модулей, основанных на совершенном числе 6 [260, с.26]. Соответственно оптимальным модулированным числам получим ряд укрупненных модулей грузовых площадей:  $6 \cdot 10^2$ ,  $12 \cdot 10^2$  и  $30 \cdot 10^2$ ,  $60 \cdot 10^2 \text{ см}^2$ .

Наименьшее рекомендуемое значение укрупненного модуля в геометрической системе  $UM = 60 \text{ см}$ ; аналогично наименьшее значение укрупненного модуля грузовой площади в виде полосы  $60 \times 10 \text{ см}$   $UM_{\Gamma} = 600 \text{ см}^2$ , т.е.  $6 \cdot 10^2 M_{\Gamma}$  или в виде квадрата  $60 \times 60 \text{ см}$   $UM_{\Gamma} = 36 \cdot 10^2 M_{\Gamma}$ .

Такие значения укрупненных модулей определяют возможную грузопланировочную «гибкость» решений, поскольку шаги и пролеты каркасно-панельных зданий кратны  $UM_{\Gamma}$  как производной  $UM = 60$  см. Эти значения допускают при необходимости наибольшее дробление грузовых площадей, при этом числа  $6 \cdot 10^2$  и  $12 \cdot 10^2$ , а также  $30 \cdot 10^2$  и  $60 \cdot 10^2$  попарно связаны простым удвоением, как и в исходной геометрической системе. Наконец, числа  $6 \cdot 10^2$ ,  $12 \cdot 10^2$  и  $30 \cdot 10^2$  являются также делителями наибольшего числа  $60 \cdot 10^2$  этой группы чисел.

Математическая обоснованность указанного ряда чисел и взаимозависимость геометрической модульной системы с обобщенной делают целесообразным принятие в качестве основного модуля нагрузки на грузовую модульную площадь  $M_H = 100$  ед. (кН/м<sup>2</sup>, МПа). Тогда производными модульными нагрузками от  $60 M_H$  будут  $6M_H$ ,  $12M_H$ ,  $30M_H$ .

Общие выражения укрупненной модульной нагрузки, приходящейся на укрупненную модульную грузовую площадь в вертикальной и горизонтальной плоскости  $Q_M^B$  и  $Q_M^{\Gamma}$  согласно рис. 3.3.1 имеют вид:

$$Q_M^B = (h b) M_{\Gamma} M_H q_C, \quad Q_M^{\Gamma} = (l b) M_{\Gamma} M_H q_H, \quad (3.5.1, 3.5.2)$$

где  $M_{\Gamma}$ ,  $M_H$  – соответственно модули грузовой площади, нагрузки;  
 $h$ ,  $l$ ,  $b$  – целые числа, кратные 6 и равные по величине модульной высоте, пролету, шагу (см. выражение 3.4.1);

$q_C$ ,  $q_H$  – целые числа, кратные 6 и равные по величине модульным нагрузкам от давления ветра, массы покрытия и нагрузки на него (см. выражение 3.4.2).

Для зданий небольшой высоты (до 10 м) нагрузка, соответствующая выражению (3.5.1), приводится к эквивалентной вертикальной нагрузке в виде приращения соответствующей доли усилий в элементах рамы, как отмечалось выше.

Из выражения (3.5.2) следует, в частности, что для каркасов:

- однопролетных одноэтажных зданий модульные нагрузки для крайних и средних колонн составляют соотношение:

$$Q_M^{cp} / Q_M^{kp} = 2, \quad (3.5.3)$$

т.к. в таком соотношении находятся их модульные грузовые площади в связи с делением крайнего шага пополам –  $(b/2)M_{\Gamma}$  (см. рис. 3.4.1);

- многопролетных одноэтажных зданий модульные нагрузки для угловых (индекс –  $уг$ ), крайних ( $кр$ ) и средних ( $ср$ ) колонн составля-

ют соотношения:

$$Q_M^{cp} / Q_M^{yz} = 4, \quad Q_M^{kp} / Q_M^{yz} = 2, \quad Q_M^{yz} / Q_M^{yz} = 1, \quad (3.5.4)$$

при этом крайние в торце и крайние в ряду колонны имеют одинаковые модульные нагрузки, поскольку  $(M_{\Gamma} b / 2) l = (M_{\Gamma} b) l / 2$ ;

- многоэтажных многопролетных зданий модульные нагрузки на угловые, крайние и средние колонны верхнего этажа находятся в таком отношении, как и предыдущие (3.5.4), а на нижних этажах для колонн тех же положений:

$$Q_M^{верхн} / Q_M^{нижн} = n \quad (3.5.5)$$

где  $n$  – число этажей, условно принимая нагрузки на перекрытия и покрытие одинаковыми на всех этажах.

Выражения (3.5.3)—(3.5.5) и (3.4.12)—(3.4.17) по вариабельности сборных ИСС в ОМКС согласуются между собой.

Если принять за единичное значение грузовую площадь, приходящуюся на наименее нагруженную колонну

$$Q_M^1 = \frac{1}{4} (bl) M_{\Gamma} q M_H, \quad (3.5.6)$$

то общая нагрузка на любую колонну может быть записана в виде:

$$Q_M^1 = \frac{1}{4} (bl) M_{\Gamma} q M_H n_1 n_2, \quad (3.5.7)$$

где  $n_1$  – число грузовых площадей, приходящихся на колонну;

$n_2$  – число этажей в каркасе.

Выражение (3.5.7) дает дополнительную вариабельность обобщенной модульной системе за счет количества модульных колонн с одинаковой и минимальной модульной несущей способностью согласно наименьшему общему кратному в модульном выражении. Этим выражением воспользуемся при решении задач по унификации несущих конструкций, в том числе, для получения «идеального» решения – исключить перерасход материалов в колоннах многоэтажного здания при одном типоразмере колонны по несущей способности на всех этажах (см. раздел 5.2).

В частности, если количество колонн на этаже отнести к площади их сечения, получим выражение вариабельности каркаса в обоб-

щенной модульной системе по числу колонн с модульной единичной несущей способностью на любом этаже при постоянной нагрузке на грузовую площадь; вариабельной будет площадь сечения колонны:

$$Q_{const} = \frac{\frac{1}{4}[(bl)M_{\Gamma} \cdot qM_H]_{const} (n_1 n_2)_{var}}{F_{var}}. \quad (3.5.8)$$

Из выражения (3.5.8) можно получить количество типоразмеров колонн, равное 1, для здания с любым количеством пролетов, шагов и этажей, когда колонна имеет «единичную» несущую способность:

$$F_{const} = \frac{\frac{1}{4}[(bl)M_{\Gamma} \cdot qM_H]_{const} (n_1 n_2)_{var}}{Q_{const}}. \quad (3.5.9)$$

*Силовая модульная подсистема* как третья составляющая по логике обобщенной ОМКС может образовываться величинами максимальных внутренних усилий в элементах и их предельных деформаций. Расчетная несущая способность при этом ранжировалась бы по «собственным» модульным рядам такой подсистемы.

Однако разный порядок величин усилий и деформаций, их разнородность, многократное модулирование и т.п. вызовет дополнительный, весьма существенный перерасход конструкционных материалов, что в экономическом отношении, очевидно, не целесообразно. Поэтому практически под силовой модульной подсистемой, обеспечивающей соизмеримость и координацию несущих элементов в ИСС, можно рассматривать их расчетную несущую способность от приложения к ним модульных внешних нагрузок на модульные грузовые площади, образуемые модульными габаритными параметрами ИСС.

Соответственно за *модуль несущей способности* элементов в ИСС как меру их несущей способности, принятой за единицу, можно принять результаты инженерных расчетов по нормативной методике. Такая несущая способность тоже является величиной соизмеримости элементов в ИСС как составных системах или макросистемах (в номенклатуре элементов при «открытой» унификации). При этом фактическую несущую способность элементов может приравняться к ближайшим величинам унифицированного модульного ряда, кратным  $3M_c$ : например,  $6M_c$ ,  $9M_c$ ,  $12M_c$  и т.д., где  $M_c$  – основной модуль несущей способности силовой модульной подсистемы, равный 100 ед.

С силовой модульной подсистемой появляются большие возможности по архитектурно-конструктивной, объемно-планировочной, архитектурно-композиционной и другой «гибкости» (как варибельности, а не свободной планировки) полносборных и комбинированных со сборными элементами ИСС.

Из выражения (3.4.2) следуют частные случаи проектирования модульных строительных конструкций ИСС:

$$\text{аддитивные} - Q_{const}, (qM_H)_{var}, \text{ а } [(bl)M_\Gamma]_{var}, \quad (3.5.10)$$

когда нагрузка на строительную конструкцию остается постоянной при варибельных геометрических и грузовых параметрах;

$$\text{неаддитивные} - Q_{var}, (qM_H)_{const, var} \text{ и } [(bl)M_\Gamma]_{const, var}, \quad (3.5.11)$$

когда нагрузка на конструкцию изменяется при варибельности или постоянстве остальных параметров.

Неаддитивность вызвана нелинейным влиянием приращений нагрузки на работу несущих элементов, в частности, на продольную гибкость, местную устойчивость. Такое влияние в определенной мере может компенсироваться соответствующими конструктивными мероприятиями, т.е. возможно приведение неаддитивных условий работы несущих элементов к квазиаддитивным. Таким образом, выражения (3.5.10), (3.5.11) являются *критериальными* условиями характеристики сборных ИСС в отношении аддитивности их модульных АКТ-решений в ОМКС [В.18].

\*\*\*

В настоящем разделе предложена Обобщенная модульная система (координация) в строительстве (ОМКС), введены понятия и даны определения модульной несущей способности, геометрической, грузовой и силовой модульных подсистем.

Отмечены причины перерасхода материалов, получаемого инженерными расчетами типовых строительных конструкций по методу предельных состояний, преимущественно, из-за укрупненной геометрической модульности и дискретности значений нагрузок в их унифицированных рядах. Указаны источники резерва несущей способности типовых конструкций при фактических нагрузках меньшей расчетной. Предложен метод исчерпания–компенсации несущей способности

элементов как метод разноразменности. Рассмотрена методика укрупненного расчета плоскостных рамных ИСС с эквивалентным их нагружением по ОМКС.

Приведены выражения вариативности сборных ИСС и критерий аддитивности, определяющий область действия ОМКС [В.16, 17].

### 3.6. Структурные модули с модульной несущей способностью

Сборные строительные конструкции типовой номенклатуры, запроектированные на основе МКРС, являются конструктивными модулями по форме. Их систематизация была приведена в табл. 2.6.4, а примеры АКТ-решений – в табл. 2.6.5 и 3.3.2.

При соответствии конструктивных структурных модулей грузовой и силовой модульным подсистемам они становятся модулями по содержанию, поскольку дополнительно к геометрической модульности сборные конструкции испытывают внешнее модульное нагружение и обладают модульной несущей способностью. Это может быть реализовано использованием модульных рядов унифицированных нагрузок на конструкции (фермы или балки, колонны и др.); для железобетонных конструкций, в частности, могут устанавливаться соответствующие «ряды» унифицированных арматурных каркасов.

На рис. 3.6.1 приведена классификация модулей, которая представляет возможности для разработки новых конструкций, зданий и сооружений. В авторских решениях (см. раздел 5.2) при этом использованы положения ОМКС, вариативности параметров и модульной несущей способности,

Выражение модульности по содержанию взаимосвязано с закономерностями строительной механики и правилами архитектурного проектирования по МКРС. В расчетном отношении они «совпадают» при единичной несущей способности структурного модуля. АКТ-выполнение структурного модуля с модульной несущей способностью может быть разнообразным.

В геометрической модульной системе унификация может включать конструкции как *структурные модули – укрупненные, дробные и укрупненно-дробные*, и по их несущей способности во взаимосвязи с ними также – *укрупненными, дробными и укрупненно-дробными*.

В соответствии с положениями ОМКС выражения (3.5.6)–(3.5.9) и (3.4.12)–(3.4.17), в основе вариативности которых заложен признак количества (геометрических, грузовых и силовых параметров), конструктивно могут быть выражены в разном качестве – цельных и состав-

вных, сплошных и слоеных, простых и сложных несущих элементов.  
То

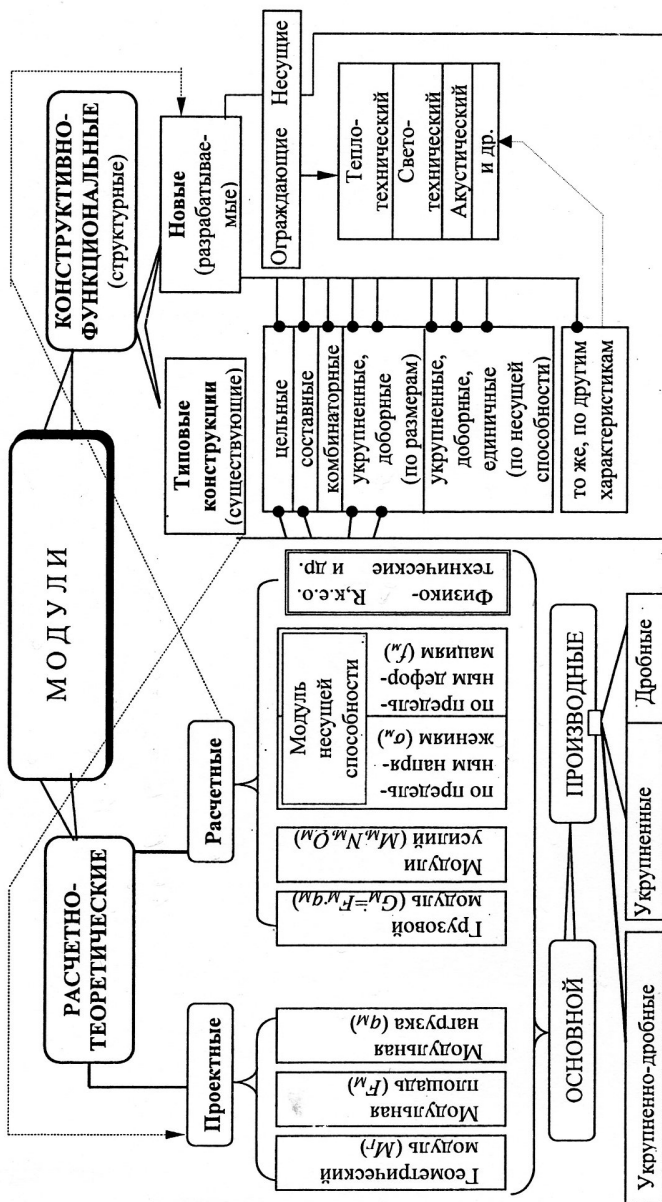


Рис. 3.6.1 – Классификация расчетно-теоретических (проектных) и конструктивно-функциональных (структурных) модулей в сборных ИСС



есть модульность как свойство (геометрическое, грузовое, силовое) может реализовываться в *укрупнении–дроблении* не только геометрической формы (пролета, шага, грузовой площади), но и грузо-силового содержания (по удельной и общей модульной нагрузке на конструкцию, ее модульной несущей способности).

Основа данных положений – свойство аддитивности. Оно реализуется изготовлением конструкции, рассчитанной на модульную грузовую площадь с модульной нагрузкой на эту площадь. По возникающим в конструкции усилиям (согласно расчетной схеме) и напряжениям (при заданном сечении и материале) принимается ее модульная несущая способность. Это – цельная унифицированная обобщенно модульная конструкция или модульный элемент составной конструкции, возможно, в частности, с единичной несущей способностью. Отправочная марка может образовываться пакетированием или комплектованием элементов или же они сами будут отправочными марками.

В здании модульные элементы используют в необходимом количестве при работе под конкретную нагрузку в соответствии с принимаемыми методами равнозаменимости, включающими комбинации элементов и варибельность их параметров. В таких решениях содержатся признаки кратности основному модулю и свойства равнозаменимости одновременно. Нагрузка на конструкцию при этом – тоже укрупненный модуль, т.к. по величине кратна количеству основных модулей грузовых площадей.

Например, рама рассчитана на площадь  $12 \times 6$  (шаг) м, т.е.  $72 \cdot 10^2 M_F$ . Установка рамы с шагом 3 м (площадь  $36 \cdot 10^2 M_F$ ) удваивает свою как бы «внешнюю» (экзогенную) несущую способность, т.е. вместо  $q_M = 105 M_H$  можно принять  $q_M = 210 M_H$ . Тот же результат можно получить удвоением количества рам, т.е. вместо одной рамы необходимо установить две в одной плоскости с той же несущей способностью. Тогда как бы «внутренняя» (эндогенная) несущая способность сложной (составной, слоенной и т.п.) рамы будет соответствовать той же укрупненной грузовой площади  $72 \cdot 10^2 M_F$  с той же удельной модульной нагрузкой. И так далее.

\*\*\*

Итак, показана взаимосвязь несущих конструктивных элементов, запроектированных по МКРС как модулей по форме и запроектированных по ОМКС (дополнительно с грузовой и силовой подсистемами) – как модулей по содержанию, что соответствует принятой гипотезе о первоисточнике многообразия сборных ИСС.

Дана классификация модулей во взаимосвязи их расчетно-проектных и конструктивно-структурных составляющих. Классификация

содержит строительные конструкции реальной типовой номенклатуры и эвентуальной, возможной в определенных условиях, при разработке ее на положениях экспликационной методологии ИСС, в частности, в единстве обобщенных теорий заменяемости и модульности.

### 3.7. Разнозаменяемые теплотехнические модули

Атрибутивным признакам модуля (единичности, кратности и др.) могут соответствовать физико-технические свойства, в частности, теплотехнические, которыми характеризуются ограждающие конструкции: стеновые блоки и панели, плиты покрытий и перекрытий над проездами и др.

С одной стороны, типовые утепленные ограждающие элементы являются структурными модулями по геометрическим размерам в собственной плоскости, т.к. они запроектированы в соответствии с МКРС. Но, с другой, при цельном и, тем более, при сложном составе по сечению ограждающие элементы могут быть модульными также по теплотехническим характеристикам, если они будут соответствовать методическим положениям ОМКС, включающим данным случае теплотехническую модульную подсистему.

*Теплотехнический модуль* – исходная мера теплотехнической величины, принятой за единицу, служащая для выражения кратных соотношений и соизмеримости теплотехнических качеств ограждающих конструкций и их составных частей между собой и окружающей средой (по термическому сопротивлению, тепловой инерции, паро-, воздухопроницаемости). Исходной мерой может быть, например, сопротивление теплопередаче (обладающее свойством аддитивности) одного слоя конструкции или ее наружной поверхности.

Так, требуемое сопротивление теплопередаче ограждающей многослойной конструкции  $R^{TP}$  согласно СНиП [201] включает сопротивления теплопередаче наружных поверхностей внутри  $R_B$  и снаружи  $R_H$  помещения, а также отдельных слоев  $R_i$ . Принимая сопротивления теплопередаче слоев модульными по значениям, получим количество теплоизоляционных слоев  $n_M$ :

$$n_M = \frac{R^{TP} - (R_B + R_H)}{R_M} - 1, \quad (3.7.1)$$

где  $R_M$  – модульное (основное, укрупненное или дробное) сопротивление теплопередаче ограждения; с воздушной прослойкой:

$$R_M = R_K + R_{B.П.}, \quad (3.7.2)$$

где  $R_K$  – термическое сопротивление материала слоя,  $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ ;  
 $R_{B.П.}$  – то же, воздушной прослойки; при ее отсутствии  $R_M = R_K$ .

Теплотехнический расчет ограждающей конструкции может содержать определение величин сопротивления воздухо- и паропроницаемости в модульном выражении.

Выполняя теплотехнические модули кратными значениям  $R_M$ , требуемое число этих модулей будет определяться по формуле:

$$R_M = R'_M m_M, \quad (3.7.3)$$

где  $R'_M$  – единичное термическое сопротивление, т.е. «основной» теплотехнический модуль,  $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ ;

$m_M$  – величина кратности, т.е. количество модулей, шт.

При  $m_M = 1$  величина  $R_M = R'_M$ , т.е. теплотехнический модуль является укрупненным, совпадающим с конструктивно-функциональной его формой, что соответствует однослойной ограждающей конструкции (из однородного материала).

Сопротивление теплопередаче внутренней  $R_B$  и наружной  $R_H$  поверхностей ограждающей конструкции, входящие в выражение (3.7.1), можно привести подобно выражению (3.7.3) к  $R'_M$ , принимаемому за наименьшее общее кратное, которой может быть, например, величина  $R_H$ . Таким приемом достигается модульная аддитивность (составность, кратность и соизмеримость) всех теплотехнических величин, что требует определенной унификации их значений.

Положения данной главы по обобщенной модульности в целом необходимо рассматривать интегрировано с положениями обобщенной заменяемости. В ОМКС аксиомы тождества (2.2.3,а) и различия (2.2.3,б) сборных элементов и систем по форме получают обобщенно-модульные выражения по содержанию:

$$\text{аксиома тождества} - \{ \mathcal{E}C_{nm} \}_B | M_o \Leftrightarrow \{ \mathcal{E}C_{nm} \}_B | M_o, \quad (3.7.4)$$

т.к. модульные свойства элементов в односерийных партиях одинаковые:

$$\begin{aligned} \{ A_{nm} \} | M_o &\Leftrightarrow \{ A_{nm} \} | M_o; \quad \{ B_{nm} \} | M_o \Leftrightarrow \{ B_{nm} \} | M_o; \\ \{ C_{nm} \} | M_o &\Leftrightarrow \{ C_{nm} \} | M_o; \end{aligned}$$

$$\text{аксиома различия} - \{ \mathcal{E}C_{nm} \}_P | M_o \Leftrightarrow \overline{\{ \mathcal{E}C_{nm} \}_P | M_o}, \quad (3.7.5)$$

т.к. модульные свойства элементов в разнoserийных партиях разные:

$$\{A_{nm}\}_{P|M_o} \Leftrightarrow \{\overline{B_{nm}}\}_{P|M_o}, \{B_{nm}\}_{P|M_o} \Leftrightarrow \{\overline{C_{nm}}\}_{P|M_o},$$

$$\{C_{nm}\}_{P|M_o} \Leftrightarrow \{\overline{A_{nm}}\}_{P|M_o}.$$

Такое же содержание приобретают первооснова (2.1.1), первопричина (2.1.4) и, в общем, первоисточник (2.1.6) многообразия сборных элементов и систем:

$$\text{первооснова} \quad ПО_{MH} \Rightarrow F(KKC \cup \Phi CB)|_{TY \rightarrow f(M_o)}, \quad (3.7.6)$$

$$\text{первопричина} \quad ПП_{MH} \Rightarrow ВСД|_{\mathcal{E}C_{nm} \rightarrow f(M_o)}, \quad (3.7.7)$$

и *первоисточник*

$$ПИ_{MH} \Rightarrow [(BCD|_{\mathcal{E}C_{nm}} \circ (KKC \cup \Phi CB)_{\mathcal{E}C_{nm}|_{TY}})]|_{M_o}. \quad (3.7.8)$$

\*\*\*

В соответствии с определением и другими положениями обобщенного модуля предложена методика расчета сборных (цельных и составных) многослойных ограждающих конструкций, обладающих модульными теплотехническими свойствами. Теплотехнические модули являются примером распространения обобщенной модульной координации в строительстве на физико-технические свойства сборных и монолитных элементов в пределах аддитивности этих свойств [В.25].

Приведены выражения аксиом тождества и различия элементов, а также первоисточника (первоосновы и первопричины) многообразия сборных ИСС, обладающих обобщенными модульными свойствами.

## **Выводы по главе**

1. Предложена Обобщенная модульная координация в строительстве (ОМКС), содержащая наряду со стандартной МКРС дополнительно модульную координацию унифицированных нагрузок и несущей способности (по расчетным усилиям, напряжениям,) в конструктивных элементах, составляющие соответственно грузовую и силовую модульные подсистемы. ОМКС является единой координацией по форме и содержанию в их взаимосвязи и взаимодействии сборных и других ИСС, что обеспечивает им разнообраз-

разную вариабельность.

2. Проведен анализ атрибутивных признаков обобщенного модуля (единичности и кратности значений, заранее заданных и одинаковых свойств и др.), а также принципа распределения (концентрации–рассредоточения) материала, нагрузок, несущей способности (напряжений, усилий) в строительных конструкциях, обеспечивший предпосылки для обоснования укрупненно-дробных параметров сборных элементов и ИСС – геометрических, прочностных, конструктивных и др.

3. Систематизированы модули применительно к физико-механическим свойствам элементов, их параметрам разных геометрическим форм, планировочным нормам, эксплуатационным характеристикам, элементам инфраструктуры населенных мест и другим характеристикам элементов и систем (подсистем, макросистем), применяемым в архитектурно-строительной проектной практике (инженерно-расчетной, архитектурно-конструктивной, функционально-технологической, градостроительной и др.).

4. Результатом данной главы в целом является формирование *обобщенной теории модульности* (по содержанию ИСС) [В.42]; достоверность теории обосновывается авторскими АКТ-решениями, приведенными в разделах 5.2, 5.3.

## 4. ЗАКОН МНОГООБРАЗИЯ ИНДУСТРИАЛИЗИРОВАННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

---

### 4.1. Идентификационная характеристика частных форм заменяемости

Практически в ИСС следует различать противоположные свойства взаимо- и разнозаменяемости сборных элементов и методы их обеспечения (преимущественно даже последнее), поскольку амбизаменяемость всегда содержит обе эти формы. Идентификацию противоположных форм заменяемости можно осуществлять по их формальным основаниям. Она необходима для образования номенклатуры строительных изделий, используемой при проектировании сборных и других ИСС, руководствуясь средствами обеспечения в них одно- и разнообразия (многообразия).

Сборные изделия по признакам тождества и различия свойств могут быть: *идентичными, тождественными (одинаковыми), эквивалентными (равнозначными), различными (разными)*, а также *альтернативными, индифферентными* и т.п. По своим характеристикам они должны быть *кондиционными*, пригодными для применения, в отличие от *некондиционных*, непригодных для применения.

Во множестве взаимо- и разнозаменяемых сборных элементов  $\{ЭC_{nm}\}_{B,P}$  с подмножествами их серийных партий  $\{ЭC_{nl}(a_{nl}, b_{nl}, c_{nl})\} \subset \{ЭC_{nm}\}_{B,P}$  каждый экземпляр изделия, например,  $ЭC_{1l}(a_{1l}, b_{1l}, c_{1l})$  является *кондиционным*, если он по каждому из множества заранее заданных проектных свойств  $\{a_{1l}, b_{1l}, c_{1l}\}$  соответствует этим проектным свойствам или техническим условиям (ТУ), т.е.

$$ЭC_{1l}(a_{1l}, b_{1l}, c_{1l}) \Leftrightarrow ТУ_{B,P} |_{\{a_{1l}, b_{1l}, c_{1l}\}} \quad (4.1.1)$$

при  $a_{1l} \rightarrow ТУ_{B,P}, b_{1l} \rightarrow ТУ_{B,P}, c_{1l} \rightarrow ТУ_{B,P}$  и *некондиционным*, когда при

$$ЭC_{1l}(a_{1l}, b_{1l}, c_{1l}) \Leftrightarrow \overline{ТУ_{B,P} |_{\{a_{1l}, b_{1l}, c_{1l}\}}} \quad (4.1.2)$$

хотя бы  $a_{1l} \rightarrow \overline{TU_{B,P}}$ , или  $b_{1l} \rightarrow \overline{TU_{B,P}}$ , или  $c_{1l} \rightarrow \overline{TU_{B,P}}$ , при этом  $TU_B \subset TU_P$ .

*Идентичность* как свойство может относиться только к одному изделию (единственному экземпляру), поскольку каждое типовое изделие одновременно и уникально по своим единичным особенностям и представляет в системе только самого себя, т.е. во множестве  $\{\mathcal{E}_{nm}\}_{B,P}$  сборные элементы идентичны в любой их серийной партии (подмножестве), например, в  $\{A_n\}$  с характеристиками элементов  $\{a_n, b_n, c_n\}$ , когда выполняются неравенства:

$$A_1(a_1, b_1, c_1) \neq A_2(a_1, b_1, c_1), A_1(a_1, b_1, c_1) \neq A_3(a_1, b_1, c_1) \text{ и т.д.} \quad (4.1.3)$$

Формально характеристика по выражению (4.1.3) исключает возможность замены (предельный случай заменяемости). Поэтому в технике свойством идентичности не руководствуются из-за невозможности абсолютного совпадения серийных изделий по совокупности  $TU$  (материалу, качеству и др.), в том числе при совпадении выполнения функций, конструктивных особенностей и т.д. Идентичность по определению не допускает замены даже одинаковых изделий в пределах допусков на их характеристики одноименных марок изделий одних и тех же партий из-за уникальности каждого изделия. Замена (выбор) элементов возможен при тождественности, эквивалентности, различности и т.п. заменяемых элементов.

*Тождественность* характеризует равенство в пределах допусков отклонений от заданных технических условий на изделия, а также на эксплуатационные и другие характеристики функционирования систем. Формально тождественными являются те изделия, которые соответствуют выражению (2.2.3,а) – аксиоме тождества:

$$A_n(a_1, b_1, c_1) = A_n(a_1, b_1, c_1), A_n(a_2, b_2, c_2) = A_n(a_2, b_2, c_2) \text{ и т.д.} \quad (4.1.4)$$

Какие-либо расхождения по незадаанным характеристикам в таких изделиях и условиях работы несущественны. Например, во множествах  $\{A_n(a_1, b_1, c)\} = \{B_n(a_1, b_1, d)\}$  при  $c \rightarrow 0$  и  $d \rightarrow 0$ , когда признаки  $c$  и  $d$  несущественны, т.е. не приняты во внимание при проектировании. Тогда

$$\{A_n(a_1, b_1, c), B_n(a_1, b_1, d)\} \rightarrow 3_B \quad (4.1.5)$$

– серийные партии изделий являются взаимозаменяемыми, если удовлетворяется условие обеспечения этого по выражению (2.3.1). Поэтому тождественность в основном соответствует взаимозаменяемости.

Однако серийное производство других (не таких же) изделий дает и множество других тождественных изделий, отличающихся от предыдущих, что соотносит их с разнотипностью согласно выражению (2.2.4,а). Кроме того, возможен перевод какого-либо второстепенного признака в разряд существенных или, наоборот (по свойству изделия, условиям эксплуатации и др.). Тогда утрачивается тождественность тех же самых изделий, что также приводит к разнотипности.

Так, те же множества  $\{A_n(a_l, b_l, c)\} \neq \{B_n(a_l, b_l, d)\}$  при  $c \neq 0$  и  $d \neq 0$ , т.е. признаки  $c$  и  $d$  – существенны. Тогда

$$\{A_n(a_l, b_l, c), B_n(a_l, b_l, d)\} \rightarrow 3_p \quad (4.1.6)$$

– Серийные партии изделий являются разнотипными, если удовлетворяется условие обеспечения этого по выражению (2.3.2).

На модели развития сборных систем (раздел 2.4) было показано, что тождественные элементы в системах образуют некоторое разнообразие. Это по результатам тоже соответствует (в отличие от однообразия) разнотипности, но относится к методам ее получения.

*Эквивалентные* свойства изделий и требования к ним могут реализоваться неоднозначно через различные АКТ-решения, приводящие к совпадающим функциям и достигаемому результату. С одной стороны, они формируются неодинаковыми путями и средствами, а, с другой – достигается нечто равноценное, соответствующее в каком-либо отношении заменяемому или служит его выражением. Значит, если  $\{A_n(a_l, b_l)\} \rightarrow F_1\{\mathcal{E}_n\}$  и  $\{B_n(c_l, d_l)\} \rightarrow F_1\{\mathcal{E}_n\}$ , то  $\{A_n(a_l, b_l)\} \Leftrightarrow \{B_n(c_l, d_l)\}$ , т.к.  $F_1\{\mathcal{E}_n\} \Leftrightarrow F_1\{\mathcal{E}_n\}$ .

Однако, если, например,  $\{B_n(c_l, d_l)\} \rightarrow F_2\{\mathcal{E}_n\}$ , то

$$\{A_n(a_l, b_l)\} \Leftrightarrow \overline{\{B_n(c_l, d_l)\}}, \text{ т.к. } F_1\{\mathcal{E}_n\} \Leftrightarrow \overline{F_2\{\mathcal{E}_n\}}. \quad (4.1.7)$$

Конструктивно эквивалентными являются, в частности, плиты покрытия, кратно укрупненные или кратно раздробленные относительно их первоначальных размеров, которые одновременно неэквивалентны в технологическом или экономическом отношениях (см. раздел 2.1, с.73). Значит, свойством эквивалентности могут характеризоваться и взаимно- и разнотипные типовые элементы в зависимости от того, что является существенным при сравнении. В этом случае они – неформально или даже неноминально заменяемы.

Свойство *различности* характеризует разные изделия по их техническим условиям, в связи с чем, соотносится с разнотипностью. Формально различными являются изделия, соответствующие аксиоме различия по выражению (2.2.3, б), когда



$$A_n(a_1, b_1, c_1) \neq B_n(a_2, b_2, c_2), A_n(a_1, b_1, c_1) \neq C_n(a_3, b_3, c_3), \\ B_n(a_2, b_2, c_2) \neq C_n(a_3, b_3, c_3) \text{ и т.д.} \quad (4.1.8)$$

Однако при производстве нескольких серий различных изделий образуются множества тождественных в каждой серии изделий. Кроме того, при переводе в различных изделиях некоторых признаков в ряд несущественных возможно их отождествление как было показано выше относительно обратного.

Наконец, согласно квадрату заменяемости по диагонали *EI* из различных изделий возможно обеспечение тождественных *TU* или образование тождественных ИСС, что отмечалось на модели их развития и подтверждается практикой проектирования. Верно и обратное – по диагонали *AO*, относящееся к свойству тождественности.

Свойством *альтернативности* обладают разные по характеристикам изделия, и замена их дает заведомо отличительный результат, в связи с чем, альтернативность соотносится с разнотипностью. В широком смысле альтернативными являются любые проектные решения элементов и систем одного функционально-технологического назначения, в том числе несборных и других, что представлено далее как неноминимальная разнотипность. Для разных сборных систем при удовлетворении одинаковых *TU* разными подмножествами возможен выбор, т.е. при

$$\{ \mathcal{E}C_{n1} \} \rightarrow TU_{n1} \text{ и } \{ \mathcal{E}C_{n2} \} \rightarrow TU_{n1} \left[ \begin{array}{l} \{ \mathcal{E}C_{n1} \} \\ \{ \mathcal{E}C_{n2} \} \end{array} \right. \quad (4.1.9)$$

Например, в проектировании крупнопанельных 5-ти этажных жилых домов альтернативными были все серии типовых проектов таких домов, которые не имели существенных преимуществ между собой (раздел 1.2, с.36). Альтернативными являются также авторские решения по реконструкции этих зданий, отвечающие различным условиям строительства и потребительским возможностям (раздел 5.4).

Однако при высоком уровне обобщения частные альтернативные признаки могут стать несущественными, что приблизит данную характеристику к взаимозаменяемости. Например, необходим каркас, но неважно какой – сборный или монолитный, рамный или стоечно-балочный. Если  $\{ \mathcal{E}C_{n1}(a_{n1}, b_{n1}, c_{n1}) \}_B \rightarrow TU_{n1}$ , а  $\{ \mathcal{E}C_{n2}(a_{n2}, b_{n2}, c_{n2}) \}_B \rightarrow TU_{n2}$ , то при  $TU_{n1} \Leftrightarrow TU_{n2}$  получаем, что

$$\{ \mathcal{E}C_{n1} \}_B \cup \{ \mathcal{E}C_{n2} \}_B \rightarrow \{ \mathcal{E}C_{nm} \}_B, \quad (4.1.10)$$

а при  $TU_{n1} \Leftrightarrow \overline{TU_{n2}}$  выходит, что

$$\{\mathcal{E}C_{n1}\}_B \cup \{\mathcal{E}C_{n2}\}_B \rightarrow \{\mathcal{E}C_{nm}\}_P. \quad (4.1.11)$$

Свойство *индифферентности* при характеристике заменяемых изделий и получаемых результатов оценивается разнопланово: как безразличность к выбору того или иного тождественного изделия или замены его эквивалентным и т.д. Это свойство методически одно из наиболее общих для характеристики серийных изделий одного типа, типоразмера или марки, поскольку не учитывает ни вещественных, ни расчетных или проектных, ни каких-либо других особенностей изделий или их серий. Индифферентными изделия могут быть и к области их использования как, например, типовые конструкции номенклатуры общего применения (многопустотные плиты, фундаментные подушки и блоки и др.).

Таким образом, индифферентность как будто соответствует взаимозаменяемости. Однако возможная многофункциональность использования одних и тех же изделий в ИСС разного назначения дает основание соотносить это свойство также и с разнозаменяемостью [В.46].

Примем  $\{A_n(a, b), B_n(c, d)\} = \{A_n(a, b), B_n(c, d)\}$ .

Если множество  $\{A_n(a, b), B_n(c, d)\} \rightarrow F_k\{\mathcal{E}C(A_n, B_n)\}_B$  и то же множество  $\{A_n(a, b); B_n(c, d)\} \rightarrow F_h\{\mathcal{E}C(A_n, B_n)\}_B$ , то по тождественности множеств элементов в системах

$$\{\mathcal{E}C(A_n, B_n)\}_B \rightarrow \mathcal{Z}_B. \quad (4.1.12)$$

Однако, поскольку  $F_k \Leftrightarrow F_h$ , то по множеству различий выполняемых функций  $\{F_k, F_h\}$  это же множество

$$\{\mathcal{E}C(A_n, B_n)\}_B \rightarrow \mathcal{Z}_P. \quad (4.1.13)$$

Значит, в определенном смысле индифферентность – это безразличие и к противоположности форм заменяемости.

Из приведенной идентификационной характеристики форм заменяемости сборных элементов очевидна их неоднозначность, в чем отражается реальное многообразие, выраженное через относительность понятийных связей. Очевидна при этом целесообразность дополнительной к выражениям (2.3.1), (2.3.2) и (2.3.3) систематизации форм заменяемости по степени их несоответствия формальным основаниям взаимо-, разно- и амбизаменяемости.

Разнозаменяемость может быть *явной*, где получаемые различия очевидны и однозначны, и *неявной*, когда их различия неочевидны или неоднозначны, равно, как и средства их обеспечения. Последние предполагают эвристические АКТ-решения. Противоположные формы заменяемости наглядны в крайностях проявления взаимо- и разнозаменяемости при сопоставлении их атрибутивных свойств (табл. 4.1.1).

**Таблица 4.1.1– Сравнительная характеристика атрибутивных свойств противоположных форм заменяемости**

СВОЙСТВА АМБИЗАМЕНЯЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ	
ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМЫХ	РАЗНОЗАМЕНЯЕМЫХ
«Иммунность» (к разнообразию)	Не «иммунность» (к разнообразию)
Однофункциональность (в системе)	Многофункциональность (в системе)
Одноцелевое использование	Многоцелевое использование
Конструктивно-функциональная специализация	Конструктивно-функциональная универсальность
Индифферентность (выбора изделия)	Электоральность (выбора изделия)
Технологическая однозначность	Технологическая многозначность
Инвариабельность (состояния), инвариантность (положения)	Вариабельность (состояния), вариантность (положения)
Материально-вещественная детерминированность (определенность)	Материально-вещественная недетерминированность (неопределенность)
Однозначность характеристик (свойств, качеств)	Многозначность характеристик (свойств, качеств)
Простые (непосредственные, прямые и т.п.) взаимосвязи	Сложные (опосредствованные, не прямые и т.п.) взаимосвязи

Так, взаимозаменяемые элементы характеризуется «иммунностью» или сохранением начальных собственных характеристик и в системах, например, при их перестановках, сочетаниях и размещениях. Разнозаменяемость характеризуется обратным – не «иммунностью», более того, перестановки и другие изменения являются приемами обеспечения различий в ИСС, используемыми, например, при элементарной диверсификации как методе разнозаменяемости. Взаимозаменяемости по определению характерна однофункциональность элементов, соответствующая специализация их работы в ИСС и инвариантность использования в них. Разнозаменяемости, напротив, свойственна многофункциональность, универсальность работы, вариантность использо-

вания и т.д.

Понятие разнотомняемости в неформальном отношении дает аутентичность (равнотомность) многим «парным» стереотипным понятиям в архитектурно-строительном проектировании (табл. 4.1.2).

**Таблица 4.1.2 – Аутентичные характеристики понятий в аспекте принципа разнотомняемости**

Общепринятые значения	Новые значения
Явная – неявная, формальная – неформальная, номинальная – неноминальная, непосредственная – косвенная, произвольная – непроизвольная	– Противоположные оценки, проявления, степень очевидности, потенциальной способности и т.п. Методов разнотомняемости
«Закрытая»–«открытая», внутривидовая–межвидовая, отраслевая–межотраслевая, сквозная, многоуровневая	– виды разнотомняемости сборных изделий соответственно этапам (стадиям, уровням) унификации и типизации
Укрупнение элементов в системе, совмещение их функций	– скрытая форма разнотомняемости (потенциально, в тенденции)
Дробление конструкций в системе, разделение их функций	– явная форма разнотомняемости (потенциально, в тенденции)
Цельность, однородность элемента (изделия, конструкции, части здания и др.)	– частный случай разнотомняемости (при отсутствии составных частей и их вариативности между собой)
Многофункциональность, универсальность, многоцелевое назначение	– «концентрация», увеличение объема свойства разнотомняемости
Однофункциональность, специализация, одноцелевое назначение	– «деконцентрация», уменьшение объема свойства разнотомняемости.
Утилизация сборных изделий	– «повторная» разнотомняемость
Блокирование, кооперирование зданий и сооружений	– формы реализации разнотомняемости: объемно-планировочная, организационно-экономическая

\*\*\*

В данном разделе проанализированы свойства, идентифицирующие частные формы (взаимо-, разно-, амби-) заменяемости сборных элементов промышленного серийного производства (такие, как: кондиционные, тождественные, различные, эквивалентные и т.п.), дана сравнительная характеристика крайних проявлений противоположных форм заменяемости и аутентичные характеристики номинальным понятиям в контексте разнотомняемости. Это целесообразно учитывать при проведении методологической экспликации общепринятых понятий и терминов (см. Приложение А) [В.30].

#### 4.2. Типология индустриализированных строительных систем

Объекты архитектурно-строительного проектирования (комплексы, здания и сооружения, их структурные части, строительные конструкции и детали), состоящие из АКТ-элементов (штучных, в частности, сборных или монолитных), находящихся между собой в организационно-технологически заданной (производственной, эксплуатационной, проектной и т.п.) взаимосвязи, взаимодействии их качественно-количественного состава и формо-содержательного выражения и образующих функционирующую (в пространстве и во времени) материально-вещественную целостность, единство, обобщенно представляются как *архитектурно-конструктивно-технологические системы (АКТС)*.

АКТС в целом характеризуются сочетанием промышленного (индустриализированного) и непромышленного (кустарного) производства и возведения. В послевоенный период индустриализированного строительства типовое проектирование было ориентировано, главным образом, на производство (изготовление, возведение) сборных АКТС, хотя были и мелкоштучные, монолитные и другие, возводившиеся в разное время (см. разделы 1.1, 1.2).

Таким образом, в условиях промышленного производства строительных изделий (конструкций, деталей, а также оснастки, материалов) АКТС являются *индустриализированными строительными системами (ИСС)* разного уровня индустриализации, в том числе с кустарной технологией и организацией возведения (т.е. при исключении тяжелой строительной техники, подряда монтажно-строительными организациями и т.п.). Поэтому сборные ИСС (крупноблочные, затем крупнопанельные, далее объемно-блочные и др.) представляют собой постоянно развивающийся, все более высокий уровень промышленного (преимущественно стационарного) производства АКТС.

Для идентификации многообразия АКТ-решений АКТС как ИСС необходима методика их логико-семантического описания. Это влечет за собой развитие типологии и изменение ряда понятий в основах типового архитектурного проектирования, детерминированных в ракурсе доминирующего сборного строительства [В.40].

**«Первоначало» типологии АКТС, ИСС.** В основах типового проектирования существенным было преодоление административного принципа деления в типологии по отраслевому признаку зданий и сооружений. Классификация Маклаковой Т.Г. [16, с.65] в отличие от этого признака представляется наиболее совершенной, т.к. она учитывает:

- первичные строительные материалы (камень, бетон, дерево); технологическое основание деления (традиционные, полносборные, монолитные и сборно-монолитные) с учетом первичных материалов;
- производственную доминанту с организационно-технологическим различием систем и учетом уровня производства (ручной кладки, метода подъема перекрытий и этажей, возведения в скользящей опалубке и др.) соответственно системам и материалам.

Применительно к жилым зданиям строительные системы были дополнены систематизацией конструктивных схем [16, с.59]. Такое дополнение в классификации может распространяться на любые типы зданий по отраслевому делению и представляется относительно полной по содержанию, поскольку включает еще металл как первичный материал [16, с.64], а также временные здания как определенную строительную систему [16, с.65].

Приведенную классификацию, тем не менее, целесообразно дополнить строительными системами, характеризующимися признаком *стационарности–мобильности*, поскольку в изданиях, посвященных конкретно мобильным зданиям и сооружениям [34, 119, 136] она тоже отсутствует. Это выполнено в разделе 5.1 (рис. 5.1.9, с.278). Кроме этого, в аспекте проблемы «однообразия и многономенклатурности» в типологии необходимо дополнительно отразить:

- природное единство первичных строительных материалов в первооснове производства АКТС в их многообразии с развитием НТП;
- приоритетность производства (технологии, организации) в первопричине реального многообразия АКТС в соответствии с НТП;
- развитие первичных материалов в результате НТП в разных отраслях, обеспечивающих многообразие современных ИСС;
- агрегатные состояния строительных материалов в конструктивных элементах и системах, а также структуру твердых материалов;
- развитие индустриализации как движение от кустарного к серийному промышленному производству зданий и сооружений как ИСС;
- основные направления развития ИСС (в семантическом виде) [В.29].

Предложенные дополнения подразумевают как бы «возврат» многообразия ИСС (реальных и виртуальных; прошлых, современных и эвентуальных) к «первоначалу» развития АКТС для отражения исходного единства до уровня каталога систем и номенклатуры элементов. Последние представляются в АКТ-единстве их проектирования и промышленного производства из исходных природных ресурсов. При этом преследуется цель – практическое применение типологии в проек-

тировании с положениями, обеспечивающими увеличение разнообразия исс и уменьшение номенклатуры элементов [50].

На рис. 4.2.1 приведена верхняя часть («шапка») типологии как дополнение к последней.

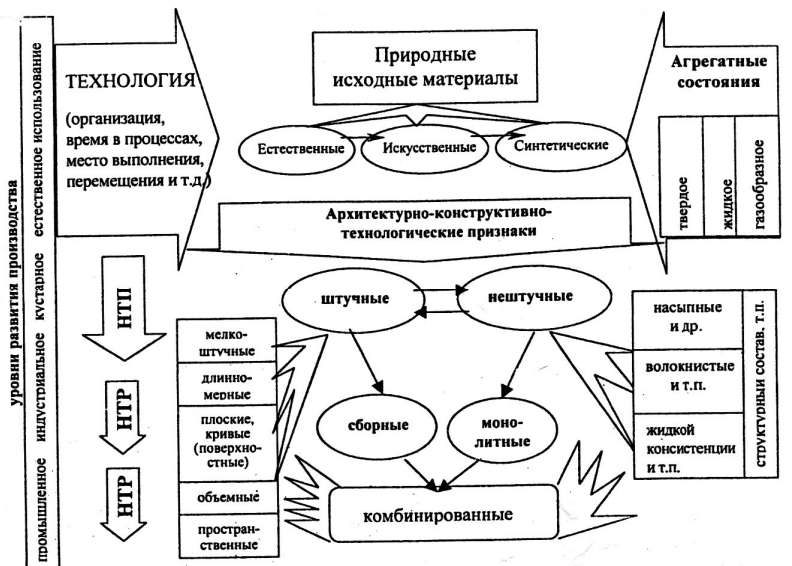
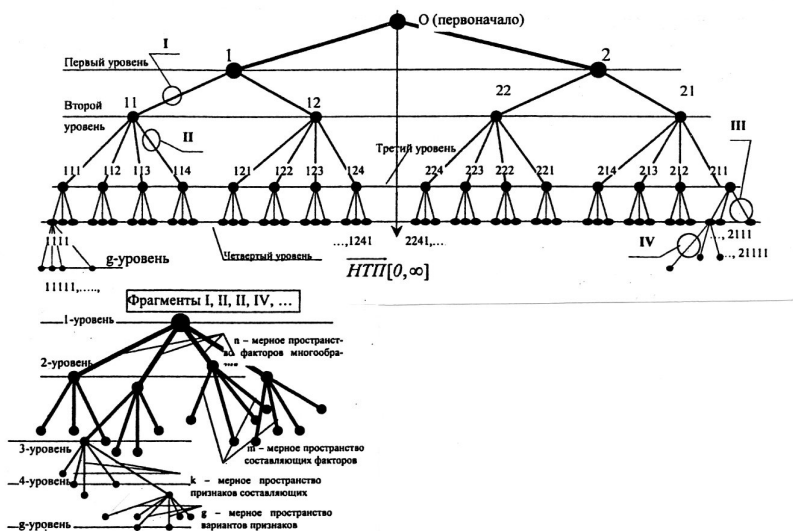


Рис. 4.2.1 – Классификация индустриализированных строительных систем (ИСС), с учетом «первоначала» образования тождеств и различий

Верхняя часть типологии «стыкуется» ниже с отраслевой типологией ИСС: гражданских, промышленных и сельскохозяйственных, например, по Красенскому В.Е. и Федоровскому Л.Б. [112]. Уровнем ниже исс рассматриваются отдельно по отраслям: жилые и общественные здания по функциональному назначению, например, по Великовскому Л.Б., Ильяшеву А.С., Маклаковой Т.Г. и др. [16, с.9]; промышленные, в том числе вспомогательные (АБК и др.[72]) здания и сооружения по Шубину Л.Ф. [277], Киму Н.Н., Блохину В.В., Бутаеву О.С. и др. [18]; сельскохозяйственные здания и сооружения по Топчию Д.Н., Бондарю В.А., Кошлатому О.Б. [234]; гражданские здания для села по Хохловой Л.П. [261, сс.47—103]; сельскохозяйственные предприятия по Чигринову Е.И., Радченко В.В., Каплуновскому Л.М., Хазину В.И. и др. [208, сс.20—147].

**Семантическая классификация АКТС, ИСС.** Представим классификацию АКТС, в частности, ИСС как смысловые структуры в виде системы денотат, связанных между собой предметными отношениями в сложной сети (древе) с разными степенями обобщения (снизу вверх) и конкретизации (сверху вниз) существенных признаков (рис. 4.2.2).



**Рис. 4.2.2 – Многоуровневая структура развития разнообразия АКТС, ИСС в многомерном пространстве признаков:**

1 – системы из штучных материалов, 2 – то же, нештучных; 11 – то же, из сборных элементов, 12 – то же, из мелкоразмерных; 21 – то же, из монолитных; 22 – то же, из немонитных (насыпные, пленочные и т.п.): 111, ..., 124, 224, ..., 211 – основные конструктивные схемы, например [16, с.59]: 1111, ..., 2111 варианты АКТ-решений и т.д.

Классификация АКТС имеет графовое выражение, где вершины древа – имена систем, находящихся в соподчинении их формальных оснований (денотат), отражающих существенные АКТ-признаки систем; она – многоуровневая, иерархическая; ниже вершины на любом ее уровне может иметь последующее развитие многообразия АКТС как ИСС. Верхний (нулевой) уровень – *типологическое «первоначало»* ПТ деления АКТС, т.е. точка отсчета или историко-логическое начало развития систем. На векторе НТП – это «зародыш» многообразия ИСС по АКТ-признакам (основаниям, денотатам):



$$AKTC \supset ИСС |_{\overline{HTT}=0} \rightarrow ПТ. \quad (4.2.1)$$

«Первоначало» содержит в единстве все многообразие природных материалов (потом искусственных, синтетических), отобранных или производимых для строительства, в развитии из них различных АКТС, затем ИСС в результате единой, затем дифференцировавшейся (на архитектурную, конструктивную и технологическую составляющие) деятельности строителя, зодчего.

Из типологического «первоначала» исходит первый уровень деления АКТС, обладающих свойством *штучности–нестучности* элементов. Здесь и далее необходимо выявление логических оснований для определения категорий, обеспечивающих однозначность характеристик систем и элементов в практическом руководстве диалектическим квадратом заменяемости. Определения составляются на основе атрибутивных признаков объектов классификации, исключение или добавление которых влечет изменение этих объектов и, следовательно, их переименование.

*Штучность ШТ* как свойство элементов систем может быть выражена следующими признаками: структурной цельностью *ЦС*, обеспечивающей исчисление изделий; самостоятельностью существования; возможностью изменения собственного положения и местонахождения, быть составной частью большего целого *ЧЦ*, т.е. элементом системы, а также предварительным изготовлением (при кустарном или индустриализированном производстве) *ИП*:

$$ШТ \in ЦС + ЧЦ + ИП. \quad (4.2.2)$$

Тогда *нестучность НШ* описывается как

$$НШ \notin ЦС, \text{ но } НШ \in ЧЦ + ИП. \quad (4.2.3)$$

Второй уровень подчинен первому и содержит АКТС, обладающие свойствами *сборности–несборности, монолитности–немонолитности*.

*Сборность СБ* элемента – частный случай штучности; его дополнителен к штучности атрибутивным признаком является наличие деталей (устройств) крепления *ДК*, элемента к другим элементам для образования большего целого, т.е.

$$СБ \in ШТ + ДК. \quad (4.2.4)$$

*Несборности*  $HC$  не принадлежит признак «детали крепления» и она представляется как штучность

$$HC \notin ДК \Rightarrow ШТ. \quad (4.2.5)$$

Значит, общепринятый (энциклопедический, нормативно-справочный) признак сборности «сборка на монтажной площадке» является производным признака «детали крепления» и других признаков штучных элементов, а признак «заводское изготовление» – причиной существования и уровнем производства их как штучных элементов. Эти признаки приняты как противопоставление понятиям «монолитный» и «кустарный» для отмежевания от них в период ориентации отрасли на сборное строительство.

Штучные, в частности, сборные элементы являются *модульными* при их соответствии МКРС, и могут быть *обобщенно-модульными* согласно ОМКС, соответственно выражению блоков  $A$  и  $E$  диалектического квадрата заменяемости изделий промышленного производства (рис. 2.3.6, с.103).

*Монолитность*  $MH$  – свойство элементов в системе, характеризуется твердением материала  $TB$  в объекте (т.е. отсутствием структурной цельности при создании системы), а также возможностью образовывать большее целое  $БЦ$  и неизменяемостью собственного положения  $НП$

$$MH \in TB + БЦ + НП. \quad (4.2.6)$$

*Немонолитности*  $HM$  свойственно отсутствие признаков твердения материала и неизменяемости положения, т.е.

$$HM \notin TB + НП, \text{ однако } HM \in БЦ \rightarrow НШ \quad (4.2.7)$$

Таким образом, промышленное производство в отрасли строительства, в общем, содержит следующие направления развития ИСС (обозначения см. на рис. 4.2.3), включая комбинированное  $КБ$ :

$$ИСС \in (ШТ; НШ) \Rightarrow (СБ; HC; MH; HM) \cup KB, \quad (4.2.8)$$

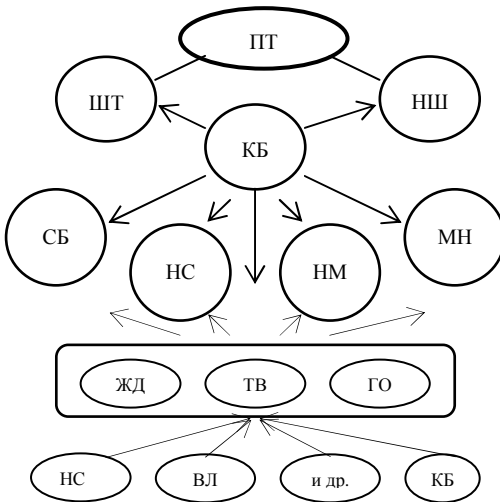
где  $ШТ \supset (СБ; HC) \quad (4.2.9)$

$$НШ \supset (MH; HM); \quad (4.2.10)$$

$$HC \cup HM \supset (TB; ЖД; ГО), \quad (4.2.11)$$

$$TB \supset (HC; BL); \quad (4.2.12)$$

$$KB \in (TB; ЖД; ГО)_{|шт. нш} . \quad (4.2.13)$$



**Рис.4.2.3 – Семантическая взаимосвязь многообразия АКТС (по материально-вещественному фактору):**

*ПТ* – первоначально типологическое;  
*ШТ* – штучные;  
*НШ* – нештучные;  
*СБ* – сборные;  
*НС* – несборные;  
*МН* – монолитные;  
*НМ* – немонолитные;  
*ТВ* – твердые;  
*ЖД* – жидкие;  
*ГО* – газообразные;  
*ВЛ* – волокнистые и т.п.;  
*НС* – насыпные и т.п.;  
*КБ* – комбинированные

Разные свойства часто сходятся в противоположностях своих признаков. Например, понятию монолитности по определению свойственна «неизменяемость положения» как для монолитных конструкций, так и для сборных, но после их монтажа и штучным после укладке; «твердение материала» характерно не только монолитным, но и сборным изделиям, однако в процессе производства последних.

Поэтому для описания сборных и других элементов и систем, в аспекте принципа разноточности, необходимо учитывать фактор времени  $T$ , который характеризует их по признаку *стадий существования («жизни»)*:

- проектирование (замысел, расчет, конструирование) –  $T_{II}$ ;
- производство изделий (в технологических процессах) –  $T_{II}$ ;
- складирование, хранение (с комплектацией, комбинированием) –  $T_X$ ;
- транспортировка (в частности, с одно-, многократной трансформацией и др.) –  $T_T$ ;
- возведение, монтаж (с разноточными изделиями) –  $T_B, T_M$ ;
- эксплуатация (с трансформацией конструкций, частей зданий и другими операциями как методами разноточности) –  $T_{\Sigma}$ ;

- ремонт, реконструкция, модернизация (с использованием методов разноразменяемости и разноразменяемых изделий) –  $T_P$ ;
- снос, демонтаж (для повторного применения изделий как метода разноразменяемости) –  $T_C, T_D$ ;
- утилизация (с повторным применением элементов после демонтажа зданий, а также с использованием некондиционных изделий при их производстве как методами разноразменяемости) –  $T_Y$ ,

т.е.

$$\text{ИСС} \big|_T \rightarrow T_{II}; T_{II}; T_X; T_T; T_B, T_M; T_{\Sigma}; T_P; T_C, T_D. \quad (4.2.14)$$

Для описания одно- и разнообразия элементов и систем необходимо также учитывать их *уровни составности*, которые в конструктивно-функциональном отношении могут быть (от простого к сложному):

- *цельные*: деталь, изделие, конструкция (по определению это – элементы) – *ЭЦ*, обычно рассматриваются как часть большего целого – *ЧЦ*;
- *составные*: комплексная конструкция, структурная часть (это – подсистемы) – *СТ*, являются также частью целого *ЧЦ*;
- *отдельные здания и сооружения* (это – системы) – *ЗД*, может быть также частью большего (см. ниже);
- *комплексы*: здания и сооружения на площадке, по типологии, в отраслях и т.п., единый Каталог сборных зданий, сооружений *КТ* и соответствующая ему – единая Номенклатура *НМ* (это – макросистемы).

По выражениям (4.2.8)–(4.2.13) наиболее применяемыми элементами и системами являются: (*мелко*)*штучные ШТ*, *сборные СБ*, *монолитные МН*, из них часто образуют *комбинированные КБ* системы. Имеют место другие элементы и системы: насыпные, пленочные, с применением жидкостей или газов и т.д., из которых также образуют комбинированные. Определив существенные признаки каждого из классов элементов и систем, можно дать их описание на разном уровне детализации при производстве, возведении, эксплуатации и т.д.

Все ИСС могут описываться существенными АКТ-признаками (логическими основаниями, семантическими денотатами) классов ИСС, типов конструктивных схем остовов, совокупности структурных частей, видов строительных материалов, другими составляющими с разной степенью детализации, необходимой при проектировании, производстве, возведении и т.д. Например, основные классы (индекс *КТ*) ИСС по их остову представляются таким множеством:

$$ИСС|_{KC} \in \{ CT; KP; ОБ; СВ; ОЛ; КБ \}, \quad (4.2.15)$$

где *СТ* – стеновая (диафрагмовая); *KP* – каркасная; *ОБ* – объемно-блочная; *СВ* – стволовая; *ОЛ* – оболочковая; *КБ* – комбинированные; при этом виртуально (в том числе и реально).

$$КБ \in \{ CT-KP; CT-ОБ; CT-СВ; CT-ОЛ; KP-ОБ; KP-СВ; KP-ОЛ; ОБ-СВ; ОБ-ОЛ; СВ-ОЛ \} \quad (4.2.16)$$

Каждый класс ИСС имеет свои атрибутивные признаки, отличающие их от других и их идентифицирующие. Так, здания каркасной ИСС характеризуются остовом из стержневых элементов (стоек, ригелей); объемно-блочные – наличием в объемных блоках внутреннего пространства; крупноблочные – полнотелыми элементами и т.д.

Для более полной характеристики в описаниях необходима конкретизация структурных частей ИСС, поскольку, например, крупноблочными называют здания лишь по адекватному АКТ-решению стен, что в формальном отношении неверно. Так, например, кирпичные здания как мелкоштучные ИСС характеризуются только стенами, но имеют сборные или монолитные железобетонные перекрытия и другие не кирпичные структурные части (фундаментные подушки и блоки и т.д.). В крупноблочных зданиях (по стенам) стеновые блоки должны характеризоваться самоустойчивостью (в трех измерениях) блоков и их крупноразмерностью. Здания крупнопанельные в отличие от них имеют плоские (в двух измерениях) несамоустойчивые элементы, но также характеризуются крупноразмерностью элементов, потребностью для монтажа в тяжелой грузоподъемной технике, однако имеют разную степень заводской готовности. И так далее.

Таким образом, для характеристики конкретной ИСС необходима совокупное описание их структурных конструктивных частей *СЧ* как подсистем. Так, например, традиционная кирпичная АКТС как капитальное здание состоит из множества основных элементов *ЭЛ*, образующих множество структурных частей (подсистем):

$$АКТС|_{сч} \supset \{ \mathcal{ЭЛ}_{\Phi H}, \{ \mathcal{ЭЛ}_{OC}, \{ \mathcal{ЭЛ}_{CT}, \{ \mathcal{ЭЛ}_{\Pi P}, \{ \mathcal{ЭЛ}_{KP}, \quad (4.2.17)$$

где индексы: *ΦH* – фундаменты; *OC* – остов; *CT* – стены; *ΠP* – перекрытия; *KP* – крыша и т.д.

Например, при бесчердачном покрытии признаки крыши и верхнего перекрытия объединяются  $\{\mathcal{Э}L_{кр}\} \cup \{\mathcal{Э}L_{пр}\}$ ; при каркасной схеме остовом является каркас –  $\{\mathcal{Э}L_{ос}\} \rightarrow \{\mathcal{Э}L_{кр}\}$ , при стеновой – элементы стен  $\{\mathcal{Э}L_{ос}\} \rightarrow \{\mathcal{Э}L_{ст}\}$  и т.п.

В основах типового проектирования неотраслевая (т.е. АКТ-) типология ИСС с логико-семантическим описанием представляется совокупностью фрагментов формализации реальных, эвентуальных или виртуальных зданий и сооружений для последующего их исследования, расчета, проектирования, применения и т.д. [В.44].

На основании рассмотренной методики логико-семантического описания ИСС в АКТ-типологии можно отметить, что только полносборные системы точно описываются формальными основаниями квадрата заменяемости; штучные – с определенными логико-семантическими отступлениями от формально-логических связей, а противоположные сборным – монолитные и другие (насыпные и проч.) характеризуются как полностью отходящее от формальных признаков понятия «сборность» в отношении взаимо-, разно- и амбизаменяемости. Комбинированные системы соотносятся с формальными признаками в зависимости от их составных частей.

Значит, свойство, методы и принцип заменяемости могут быть:

- строго отвечающими формальным основаниям взаимо-, разно- и амбизаменяемости, что соответствует *формальной* заменяемости элементов в сборных ИСС –  $\mathcal{Z}^{ФР}$ , таких как: крупноблочные, крупнопанельные, объемно-блочные, деревянные каркасно-щитовые и др.:

$$\mathcal{Z}^{ФР} \in \mathcal{Z}_A \rightarrow \mathcal{CБ}, \text{ при этом } \mathcal{Z}_A \supset \mathcal{Z}_B \cup \mathcal{Z}_P; \quad (4.2.18)$$

- с отступлениями от формальных оснований взаимо-, разно- и амби- заменяемости, что соответствует *неформальной* заменяемости –  $\mathcal{Z}^{НФ}$  и относится к сборным системам, включающим доработку (подгонку) элементов по месту, например, штучными элементами (см. рис. 2.4.2, и с.115), изменением количества закладных деталей и т.п.:

$$\mathcal{Z}^{НФ} \rightarrow \mathcal{ШТ} \supset \mathcal{CБ}; \quad (4.2.19)$$

совместно формальную и неформальную заменяемость можно рассматривать как *номинальную* заменяемость –  $\mathcal{Z}^{НМ}$ , относящуюся по второму основанию определений, в частности, к сборным ИСС, требующим подгонки (доработки) элементов, а вообще относящуюся к штучным ИСС, например, сборным с применением кирпича [218] или кирпичных с применением пиломатериалов и т.п.:

$$3^{HM} \in 3^{\Phi M} \cup 3^{H\Phi} \rightarrow ШТ \supset СБ \cup КБ|_{ШТ}; \quad (4.2.20)$$

• относящимися к любым заменяемым системам одного функционального назначения, которые соответствуют не ТУ, а иным условиям или требованиям в различных мотивах выбора (экономических, социальных и т.д.); это – *неноминальная* заменяемость  $3^{HH}$ , относящаяся к нештучным (монолитным ИСС\* при изготовлении опалубки по месту и немонолитным – насыпным и др.), в частности, к сборно-монолитным, штучно-монолитным, монолитно-насыпным и т.п.:

$$3^{HH} \rightarrow НШ \supset МН \cup НМ \cup КБ|_{НШ}. \quad (4.2.21)$$

- 
- Целномонолитные ИСС при использовании инвентарных опалубочных форм как сборных элементов без доработки (подгонки) по месту подпадают под признаки формальной взаимо-, разно-, амбизаменяемости в отношении образуемой ИСС как полносборной (в отношении опалубки, металлоформ).

Неноминальную форму заменяемости можно представлять по АКТ-решениям ИСС как *альтернативные* (разным сборным и штучным, а также монолитным и немонолитным и др.), *переходные* (от сборных к несборным, от штучных к нештучным и др.), *комбинированные* (одни с другими) и *произвольные* (любые прочие).

Применительно к ИСС взаимосвязь блоков квадрата заменяемости  $A$  и  $I$  (рис. 2.3.3) соответствует по содержанию их признаков *свойству* сборных элементов и образованию из них полносборных систем. Характерным в этой связи блоков является формальный статус, исключающий по определению получение различий в системах. В практике проектирования такой взаимосвязи соответствуют сборные изделия и здания, например, «индивидуальных» типовых проектов.

Взаимосвязь блоков  $E$  и  $O$  формально соответствует *свойству разнозаменяемости* сборных элементов и образованию из них полносборных ИСС. Такой взаимосвязи в определенной мере отвечают номенклатуры типовых изделий общего применения, а также Единые каталоги.

Взаимосвязь всех блоков  $A$ ,  $I$ ,  $E$ ,  $O$  в единстве характеризует *свойство амбизаменяемости* сборных элементов и образуемое из них многообразие полносборных ИСС. Она отражает все действующие, действовавшие, а также будущие номенклатуры сборных изделий и типовых зданий и сооружений из них.

Квадрат заменяемости дает возможность методологического описания как реальных, так и виртуальных (в том числе эвентуальных) направлений развития ИСС и методов их проектирования, для чего необходимы формальные определения и логико-семантические связи на их основе, формирующие содержания блоков, сторон и диагоналей квадрата.

Так, по определениям взаимо- и разнотипности отступление от признака «без дополнительной подгонки или доработки», входящего в АКТ-требования (ТУ) на изделия, в сторонах  $AI$  и  $EO$  получим методы, при которых собственно изделия не претерпевают изменений, но с ними производятся *дополнительные операции* или используются *предварительно изготовленные детали* для применения по другому назначению. Отход от признака «заранее заданных ТУ» соответствует применению стандартных изделий в *нетиповых условиях*, т.е. в области, не предусмотренной проектной документацией. Тогда взаимозаменяемые изделия становятся разнотипными. Это – методы номинальной заменяемости, близкие по остальным признакам к формальной.

Далее, при изготовлении изделий возможно внесение *регламентированных изменений* в типовые решения. В остальном изделия сохраняют соответствие признакам квадрата, но в неявной форме они отступают от формальной заменяемости. Так увеличиваются модификации типовых элементов без значительных затрат и пополнения опалубочных форм.

Дальнейший отход от описания многообразия систем возможен в отношении организационно-технологической составляющей образования различий в элементах, т.е. отступлением от частных признаков, характеризующихся блоками  $A$ ,  $E$  и стороной  $AE$ , когда определяющее значение имеет понятие «сборность», что приводит к ненормальной заменяемости. Однако стереотипное определение сборности [148, с.438], здесь методически неприемлемо, что было учтено выше.

Особое значение в описании ИСС имеют диагонали квадрата  $AO$  и  $EI$ , отражающие *сходимость противоположных* признаков соответствующих блоков  $A$  и  $O$ ,  $E$  и  $I$ . Они реально отражают практику строительства всевозможных зданий и сооружений.

Например, сборное изделие как частный случай штучного сходится со своей противоположностью – монолитным при учете всех факторов обеспечения многообразия систем – материального, пространственного, временного и движения (табл. 2.6.2; 2.6.3). Так, на стадии изготовления  $T_{II}$  сборного изделия из твердеющих материалов оно – монолитное, т.е.  $CB|_{T_{II}} \Leftrightarrow MH$ ; при эксплуатации монолитного зда-



ния  $T_3$  оно – штучное, т.е.  $MH|_{T_3} \Leftrightarrow ШТ$ , но нетранспортабельно как целое (а не часть) и не имеет деталей крепления, поэтому оно – несборное, т.е.  $MH|_{T_{II}} = \overline{СБ}$ .

При изготовлении монолитного и сборного изделий общим для них является использование опалубочных форм на разных стадиях существования этих изделий. Однако в обоих случаях имеет место *заводское изготовление* (сборного на стационарных заводах, монолитного – мобильными). Другой пример: разнотипность как форма существования сборных элементов и систем сходится с обобщенной модульностью как их содержанием в своей противоположности, т.е. разнотипные элементы могут иметь модульную несущую способность, а модульные ИСС образуются из разнотипных элементов модульной геометрической фигуры.

Сходимость обнаруживается в разных аспектах характеристики исс при их сопоставлении: направления индустриализированного производства: *штучное–монолитное*; системы по принципу существования: *стационарные–мобильные*; методы конструирования: *укрупнение–дробление*; технологические процессы: *сборка–разборка*; распределение усилий и материалов в системах: *концентрация–рассредоточение*; свойства элементов: *мелкоштучное–крупноразмерное*; приемы привязки элементов: *типовые–индивидуальные* и т.д. То есть, при наличии какого-либо свойства имеется объективная мотивация на разработку того же, но противоположного по значению [В.24]. Так, противоположности сходятся в формах заменяемости (см. разделы 2.4, 2.5), в их методах (раздел 4.4), в конструктивной реализации теорий обобщенной заменяемости (раздел 5.1) и обобщенной модульности (раздел 5.2) и др. В номинальной заменяемости варианты конструкций сборных исс одного назначения являются между собой альтернативными [например, Г.9, 10 и Г.29; Г.17 и Г.47; Г.22 и Г.23], равно, как в неноминальной заменяемости неполносборные [В.7; Г.13, 50, 53] и монолитные [Г.39, 53], а также другие (насыпные [Г.1, 2]) системы альтернативны между собой и сборным системам.

Аналогично модели ИСС можно придать свойство *развития* АКТ-элементов (в пространстве, во времени, в вещественном выполнении, в движении). Тогда при учете, например, фактора времени элемент  $ЭС|_{Вр}$  будет характеризоваться стадиями существования (при изготовлении – твердением бетона, при замене элемента – старой номенклатурой или новой и т.д.); при учете фактора местоположения, т.е. пространства  $ЭС|_{Пр}$  – местом изготовления элемента (на строительной

площадке, на стационарном заводе или мобильным), при учете материального или вещественного фактора  $ЭС_{|Mm}$  – собственным состоянием (например, однородностью материала, вариабельностью свойств).

Так понятиями «элемент» и «система» обеспечивается охват сборных, монолитных, штучных и других индустриализированных направлений строительства и методов производства или возведения, возможное их комбинирование. При этом находится объяснение взаимного перехода их в понятийных связях при зафиксированных в них логических *основаниях* или семантических *денотатах*, соответствующих существенным *АКТ-признакам*.

Выходит, что диалектический квадрат заменяемости позволяет *имитировать* реальные, виртуальные и эвентуальные направления (методы и т.д.) образования элементов и систем, а также АКТ-решения последних с новыми в них качественно-количественным составом и формо-содержательным выражением свойств во взаимосвязи и взаимодействии.

В образных представлениях логико-семантических структур, описывающих многообразие АКТС и ИСС согласно рис. 4.2.2, при проектировании имеется большое число степеней свободы. Пересечениями АКТ-признаков (оснований, денотат) разные модификации ИСС образуются на фоне основной проблемы «однообразия и многономенклатурности» по нескольким направлениям:

- *n*-мерного пространства факторов образования тождеств и различий в элементах и системах, т.е. их многообразия;
- *m*-мерного составляющих эти факторы;
- *k*-мерного существенных АКТ-признаков;
- *g*-мерного вариантов последних и далее на более низких уровнях (табл. 2.6.3, с.135; 2.6.4, с.136).

Обзор осуществляется в возможных комбинациях существенных АКТ-признаков с последующим анализом получаемых решений и выбором из них целесообразных. При отборе вариантов решение обеспечивается взаимодействием «чисто» логических и семантических составляющих творческого процесса [182, сс.25; 8; 150]. Получению эвристических решений способствуют методы разнотомности (см. далее табл. 4.4.1).

\*\*\*

На основе логико-семантического описания многообразия АКТС посредством диалектического квадрата заменяемости дана систематизация уровней состава сборных и других ИСС, стадий их существова-

ния, возможности применения обобщенного принципа заменяемости при творческом проектировании и конструировании.

Разработана типология ИСС в виде древа многоуровневого и многомерного «пространственного» соподчинения их оснований (денотат, признаков), способствующая решению проектно-конструкторских задач в аспекте решаемой основной проблемы.

#### 4.3. Формулирование закона, его следствия, область действия

**Закон многообразия сборных ИСС.** Имеющиеся концепции и теории о природе многообразии зданий, сооружений и методах его увеличения в сборном строительстве (см. раздел 1.2) сходятся в приведенном ниже законе многообразия сборных ИСС, являющимся выводом логико-методологической экспликации нормативно-стандартных основ типового архитектурного проектирования.

Закон многообразия – частный закон материального производства в приложении к индустриализированному строительству. Этот закон – необходимое, устойчивое, существенное и повторяющееся отношение между техническим явлением обобщенной заменяемости и технической сущностью обобщенной модульности в ИСС. Выражает связь ИСС и его элементов через две *идеальные* укрупненные подсистемы – каталог типовых зданий, сооружений и номенклатуру типовых унифицированных (стандартных) изделий. Подсистемы взаимодействуют через свойства, методы и принципы амбизаменяемости и обобщенной модульности.

Закон многообразия ИСС существует объективно и является результатом научно-производственной деятельности архитекторов, строителей, технологов. Эффективность его применения зависит от степени руководства им и уровня разработки АКТ-решений на основе обобщенных теорий заменяемости и модульности [В.22].

**Формула закона.** Многообразие сборных индустриализированных строительных систем (ИСС) – суть агрегатирование–конгломерирование множества сборных изделий серийного промышленного производства, обладающих свойством амбизаменяемости с Обобщенной модульной координацией (ОМКС) их в ИСС:

$$F\{\mathcal{E}C_{nm}\}_A \Rightarrow F_k(\{\mathcal{E}C_{nm}^{AG}\}_A \cup \{\mathcal{E}C_{nm}^{KM}\}_A) \uparrow \downarrow \\ \uparrow \downarrow \{\mathcal{E}C_{nm}^{AG}\}_A \cup \{\mathcal{E}C_{nm}^{KM}\}_A |_{ОМКС}, \quad (4.3.1)$$

где  $F_k$  – функционирование сборных элементов в ИСС с техническим эффектом многообразия по выражениям (2.5.1) и (2.5.2);

$\{ \mathcal{E}C_{nm} \}$  – множество сборных элементов (строительных конструкций, опалубочных форм);

$A$  – свойство амбизаменяемости;

$AG$ ,  $KM$  – агрегатирование, конгломерирование как методы разнообразимости.

Закон содержит подтвержденные исследованиями гипотезы о первоисточнике многообразия: его первоосновы – качественно-количественного состава и формо-содержательного выражения сборных элементов, и первопричины – взаимосвязи, взаимодействия сборных элементов в принятых составе и выражении соответственно по выражениям (2.1.1) и (2.1.4), (2.1.6). Через первопричину проявляется комбинаторика как средство образования различий в элементах и системах, которая реализуется в противоположных экзо- и эндогенных направлениях агрегатирования и конгломерирования ИСС из сборных элементов по выражению (2.5.6).

Закон отражает выявленный на модели развития ИСС технический эффект многообразия по выражению (2.5.2) как качественно новый или «сверхсуммарный» результат в получении различий в системах из сборных элементов при их взаимосвязи, взаимодействии (без этого эффекта нет). Эффект многообразия в ИСС проявляется через первоисточник образования одинаковых и различных элементов при агрегатировании–конгломерировании, их свойство амбизаменяемости и ОМКС.

Посредством первоисточника образования одинаковых и разных сборных элементов и систем закон учитывает аксиомы тождества и различия их по их форме и содержанию согласно выражениям (2.2.3,а; 2.2.3,б). ОМКС содержит геометрическую, грузовую и силовую подсистемы, подчиняющиеся свойству аддитивности. Область действия омкс в сборных системах ограничивается критерием аддитивности по выражениям 3.5.10, 3.5.11.

Таким образом, закон многообразия полносборных (а также целномонолитных по опалубочным формам и комбинированных со сборными элементами) ИСС отражает единство теории обобщенной заменяемости как формообразования и теории обобщенной модульности как формосодержания сборных элементов и ИСС (см. главы 2, 3).

**Следствия закона.** Применительно к исследуемой научно-технической проблеме – увеличению многообразия сборных и других си-

стем и уменьшению многономенклатурности элементов – из закона можно вывести такие следствия.

**Первое** – увеличение многообразия систем в Каталоге *КТ* обеспечивается *повышением технического эффекта многообразия*, результативность которого выше через *методы разнотипности* при *ослаблении* детерминирующего (здесь: ограничивающего) влияния *ОМКС*, поскольку последняя снижает различия в ИСС.

В формулу закона (4.3.1) введем выражение  $F_k\{\mathcal{E}C_{nm}\}_P|_{ОМКС}^{M_P}$ , т.е. множество сборных элементов, обладающих свойством разнотипности  $З_P$ , функционирующих (являющихся системами) в соответствии с методами разнотипности  $M_P$  в *ОМКС*. Тогда первое следствие можно записать в виде:

$$F_k\{\mathcal{E}C_{nm}\}_P|_{ОМКС}^{M_P} \Rightarrow КТ \rightarrow \max \quad (4.3.2)$$

при  $F_k \rightarrow \max$ ,  $M_P|_{\{\mathcal{E}C_{nm}\}_P} \rightarrow \max$  и  $ОМКС|_{\{\mathcal{E}C_{nm}\}_P} \rightarrow \min$ .

**Второе** – уменьшение многономенклатурности сборных элементов в Номенклатуре *НМ* обеспечивается *повышением технического эффекта многообразия* через *свойство разнотипности*  $З_P$  при *усилении* детерминирующего (здесь: регламентирующего) влияния *ОМКС*, поскольку без него промышленное производство вырождается в кустарное, т.е.

$$\{\mathcal{E}C_{nm}\}_A|_{ОМКС}^{З_P} \Rightarrow НМ \rightarrow \min \quad (4.3.3)$$

при  $F_k \rightarrow \max$ ,  $З_P|_{\{\mathcal{E}C_{nm}\}_P} \rightarrow \max$  и  $ОМКС|_{\{\mathcal{E}C_{nm}\}_P} \rightarrow \max$ .

При разработке обеих укрупненных подсистем (*КТ*, *НМ*), следовательно, нужно руководствоваться обобщенными принципами заменяемости и модульности. Противоречие между каталогом и номенклатурой в отношении *ослабления–усиления* влияния *омкс* разрешается различными путями и средствами: укрупненно-дробными модульными параметрами элементов и систем – геометрических (например, кроме «гибкой» дополнительно «резательной» технологией), грузовых и силовых параметров (за счет рациональной унификации, типизации); методами «нестандартного» применения типовых унифицированных изделий, элементарной диверсификации сборных элементов и другими методами разнотипности (см. раздел 4.4).

Очевидно, что качественно-количественный состав и формо-содержательное выражение Каталога и Номенклатуры являются под-

вижными с обеих сторон подсистемами. В решении проблемы «однообразие и многономенклатурности» присутствуют тенденции *обновления–преемственности* типовых проектных решений, *подвижности–стабильности* количества типовых изделий, *упрощения–усложнения* их состава и т.п.

Следовательно, решение проблемы – это *процесс*, который возник с началом сборного строительства, идет в настоящее время, и будет продолжаться в будущем (при использовании сборных изделий), т.е. ИСС существуют в *развитии*, равно как и решаемая здесь основная проблема. Эффективность решения ее может быть выше на принципе экспликационной методологии ИСС. Это – *третье* следствие закона многообразия:

$$\{HM; KT\} \Big|_{\text{ИТП}} \Rightarrow \{HM \Big|_{3_A, \text{ОМКС}}; KT \Big|_{3_A, \text{ОМКС}}\} \rightarrow \min\text{—}\max. \quad (4.3.4)$$

**Область действия закона многообразия** и использования принципа разнотипности согласно квадрату заменяемости в его формальном соответствии основаниям взаимно- и разнотипности – промышленное многосерийное строительство полносборных зданий, сооружений и их комплексов во всех его отраслях – гражданском (жилищном, общественном), промышленном, сельскохозяйственном и др.

Закон многообразия ИСС имеет тенденцию к *расширению* области действия по мере отступления от формальных оснований диалектического квадрата заменяемости изделий серийного промышленного производства. Соответственно «размывается» и формула закона через отступления в логико-понятийных связях. Тогда закон описывает и несборные ИСС (мелкоштучное, комбинированные с ними и с другими – насыпными, пленочными, газосодержащими и проч.) вплоть до их кустарного и уникального производства (это – область искусства), соответствующего полному отходу от формальных оснований диалектического квадрата заменяемости.

Полносборные ИСС, а также изделия для них, отобранные для массового строительства, должны из экономических требований обладать стабильными свойствами (разделы 1.1, 1.2):

$$\text{ИСС} \Rightarrow F\{\mathcal{E}C_{nm}\} \rightarrow TV_{\epsilon, p} \rightarrow \text{const}, \quad (4.3.5)$$

Для «индивидуальных» систем в строительстве идею характерно обратное – изменчивость свойств изделий, неповторяемость АКТ-решений, в том числе, с использованием, например, мелкоштучных элементов *ЭШ*:

$$\text{ИДС} \Rightarrow F\{\mathcal{E}C_{nm}; \mathcal{E}Ш_{nm}\} \rightarrow \mathcal{T}У_{\varepsilon,p} \rightarrow var, \quad (4.3.6)$$

Согласно следствиям закона по выражениям (4.3.2), (4.3.3) и (4.3.4) имеется тенденция:  $KT \rightarrow max$ ,  $HM \rightarrow min$ , т.е. При  $\mathcal{T}У_p$  многообразии ИСС  $\rightarrow var$ . С применением в иде промышленных изделий (при ограничении номенклатуры), наоборот, тенденция:  $\mathcal{T}У_p \rightarrow const$ . Получается, что  $\{\text{ИСС}\}_{|\mathcal{T}У_p}$  и  $\{\text{ИДС}\}_{|\mathcal{T}У_p}$  сходятся в своих противоположностях, образуя совместно более полное многообразие  $MH$  систем из штучных (включая сборные) изделий:

$$MH | \{\mathcal{E}C_{nm}\} \Rightarrow \{\text{ИСС} \uparrow \downarrow \text{ИДС}\}_{|\mathcal{T}У_A} \rightarrow max. \quad (4.3.7)$$

Наибольшее многообразие ИСС образуется при разных формах заменяемости, в том числе неноминальной (со штучными, монолитными элементами и др.), включая комбинированные ИСС. Наиболее эффективен закон при полносборном строительстве, в частности, мобильных зданий, используемых во многих сферах жизни и деятельности людей (см. раздел 5.1). Это объясняется наиболее высоким уровнем их индустриального производства – промышленным (по бесподгонной сборке, замене) вплоть до автоматизированного как в машиностроении и т.п. отраслях.

\*\*\*

Проведен анализ и дополнена АКТ-типология ИСС, учитывающая «первоначало» деления АКТ-признаков, приведены логико-семантические описания ряда категорий (штучности, сборности, монолитности и др.). В их взаимосвязи с многообразием АКТС по материально-вещественному фактору с учетом фактора времени в стадиях «жизни» и уровни составности классов ИСС, необходимые для реализации методов разнотипности. Дано описание формальной, неформальной (вместе – номинальная) и неноминальной форм заменяемости в аспекте диалектического квадрата.

#### 4.4. Типология и классификация методов заменяемости

Разнотипность – не только *свойство*, реализуемое сборкой или заменой элементов, а и *средство* обеспечения различий в ИСС из сборных и других элементов. В решении проблемы «однообразия сборных зданий и многономенклатурности элементов» существенно выя-

вление известных и разработка новых *методов* разнозаменяемости с формализацией их определений логико-семантическим описанием.

Дополнение методологии ИСС методами (способами, приемами) разнозаменяемости расширяет возможности проектировщика по увеличению многообразия ИСС, их структурных конструктивных частей (подсистем) и отдельных строительных конструкций (элементов) из имеющейся в отрасли сводной номенклатуры сборных изделий. Результативность методов, как отмечалось ранее, больше при их «специализации» на образовании различий в ИСС на *принципе* разнозаменяемости.

Совокупность методов разнозаменяемости дает возможность получать виртуальные АКТ-решения ИСС, их комплексы, структуры и элементы с последующим выбором из них целесообразных или приспособлением их к эвентуальным и реальным. Выявлению и разработке таких методов способствуют изложенные выше положения методологии ИСС с использованием диалектического квадрата заменяемости изделий серийного промышленного производства.

*Метод элементарной диверсификации*  $M^{\mathcal{ED}}$  [здесь и далее примеры применения методов: Г.24, 28, 31, 36, 42, 49, 50, 51 и др.] сборных систем характеризуется: применением множества взаимозаменяемых (индекс – В) типовых (индекс – Т) сборных элементов  $\mathcal{EC}_{nm}^T$ ; изменением в системе положения этих элементов (т.е. по фактору многообразия – пространство  $Pr$ ); их новой комбинаторикой  $P_n, A_n^m, C_n^m$ ; другим функционированием  $F_h$  в ИСС относительно первоначального функционирования  $F_k$  элементов, обладающих свойством разнозаменяемости (индекс – Р):

$$M^{\mathcal{ED}} \Rightarrow F_k \{ \mathcal{EC}_{nm}^T \}_{B| \Pi_P} \Leftrightarrow F_h^{\mathcal{ED}} \{ \mathcal{EC}_{nm}^T \}_P \quad (4.4.1)$$

$$\text{при } F_h^{\mathcal{ED}} \rightarrow f(P_n, A_n^m, C_n^m), \quad (4.4.2)$$

где  $P_n, A_n^m, C_n^m$  – соответственно число перестановок из  $n$ -элементов, размещений из  $n$  по  $m$  и сочетаний из  $n$  по  $m$  (см. выражение 2.5.3).

В выражениях (4.4.1), (4.4.2) индексы  $n$  и  $m$  относятся к объему серийных партий элементов, номенклатуре типов, типоразмеров и марок, т.е. характеризуют качественно-количественный состав *ККС* и формо-содержательное выражение *ФСВ* номенклатуры типовых сборных элементов.

На величины  $P_n, A_n^m, C_n^m$  выражения (4.4.2) в их математическом смысле накладываются заранее заданные проектные АКТ-особенности



ИСС по несущей способности строительных конструкций, сопряженности элементов, целесообразности возможных комбинаций и т.п. Это делает данные величины более логико-семантическими (чем строго математическими) при образовании одинаковых и различных ИСС.

Метод  $M^{\mathcal{D}}$  дает новые положительные результаты  $h$  (относительно первоначальных  $k$ ) в достижении различий в сборных ИСС:

$$M^{\mathcal{D}} \Rightarrow F_k\{\mathcal{E}C_{nm}\}_B |_{P_n, A_n^m C_n^m} \Leftrightarrow F_h\{\mathcal{E}C_{nm}\}_P. \quad (4.4.3)$$

Приемы, образующие разнообразие ИСС методом  $M^{\mathcal{D}}$ , характеризуются как «внешние» по отношению к образуемым системам, т.е. получаемые результаты и причины, их обуславливающие, являются *экзогенными* (например, изменение положения элементов в системе, их количества, состава типов и т.д.).

Ранее (см. раздел 2.5) отмечалось, что возможны приемы (способы и т.д.) видоизменений как ИСС за счет изменения в них состава элементов, так и самих элементов в ИСС путем изменения их собственных свойств. Это представлено как одновременные взаимно противоположные соответственно *экзо-* и *эндогенное* направления получения различий в ИСС.

Образование ИСС из номенклатуры типовых элементов совпадает с ее функционированием  $F$ , т.е. обеспечением заранее заданной взаимосвязи, взаимодействия  $BCD$  элементов номенклатуры в их качественно-количественном составе и формо-содержательном выражении  $KKC \cup \Phi CB$ , т.е.

$$BCD \Leftrightarrow F, \text{ а } F\{\mathcal{E}C_{nm}\}_{/KKC \cup \Phi CB} \rightarrow \{\mathcal{E}C_{nm}\}_{/KKC \cup \Phi CB} \text{ при } F = 0. \quad (4.4.4)$$

Значит, некоторая начальная (или произвольная промежуточная) номенклатура в сборе преобразуется (метаморфозируется) в другую систему, состоящую из несущих  $H$  и ограждающих  $O$  элементов:

$$F\{\mathcal{E}C_{nm}\} \Rightarrow F(\{\mathcal{E}C_{nm}^H\} \cup \{\mathcal{E}C_{nm}^O\}). \quad (4.4.5)$$

В выражении (4.4.5), если

$$F(\{\mathcal{E}C_{nm}^H\} \subset \mathcal{E}C_{nm}^{yn}) \cup F(\{\mathcal{E}C_{nm}^O\} \subset \{\mathcal{E}C_{nm}^{yo}\}), \quad (4.4.6)$$

то имеет место экзогенная («внешняя») диверсификация; если же

$$F(\{ \mathcal{E}C_{nm}^{\partial n} \} \subset \{ \mathcal{E}C_{nm}^u \} ) \cup F(\{ \mathcal{E}C_{nm}^{\partial o} \} \subset \{ \mathcal{E}C_{nm}^o \} ) \quad (4.4.7)$$

– эндогенная («внутренняя»), где индексы  $u$  и  $\partial$  – отличают соответственно укрупненные и дробные несущие и ограждающие элементы.

Методы агрегатирования  $M^{AG}$  [Г.3, 4, 21 и др.] и конгломерирования  $M^{KG}$  [Г.11, 13, 15, 19 и др.] сборных систем можно объединить в универсальный метод агрегатирования–конгломерирования  $M^{AK}$  обеспечивающий многообразие ИСС в противоположных направлениях эндогенно–экзогенного (индексы – ЭН, ЭК) развития ИСС. Этот метод имеет выражение:

$$M^{AK}|_{ЭН, ЭК} \Rightarrow F(\{ \mathcal{E}C_{nm}^{\partial} \} \cup \{ \mathcal{E}C_{nm} \} ) \uparrow \downarrow F(\{ \mathcal{E}C_{nm} \} \cup \{ \mathcal{E}C_{nm}^y \} ), \quad (4.4.8)$$

в котором  $\{ \mathcal{E}C_{nm} \}$  – множество несущих и ограждающих элементов.

Дополним, что развитие сборных ИСС происходит по всем факторам многообразия: пространственному  $Pr$ , материально-вещественному  $Mt$ , движению  $Dв$  и времени  $Bp$ , т.е.

$$M^{AK} \Rightarrow \{ \mathcal{E}C_{nm}^{\partial} \} \cup \{ \mathcal{E}C_{nm} \} \uparrow \downarrow \{ \mathcal{E}C_{nm} \} \cup \{ \mathcal{E}C_{nm}^y \} |_{Pr, Mt, Dв, Bp}, \quad (4.4.9)$$

где  $(\{ \mathcal{E}C_{nm} \}, \{ \mathcal{E}C_{nm}^{\partial} \}, \{ \mathcal{E}C_{nm}^y \}) \rightarrow F_k$ .

При  $F_k^{AK} \rightarrow f(P_n, A_n^m, C_n^m)$  получим, что  $M^{AK} \supset M^{\partial D}$ , учитывая выражения (4.4.1), (4.4.2). Кроме того,  $M^{AK} \Leftrightarrow M^{\partial D}$ , поскольку  $M^{AK} \rightarrow \{ \mathcal{E}C_{nm}^{\partial} \}^T$  и  $M^{\partial D} \rightarrow \{ \mathcal{E}C_{nm}^{\partial} \}^T$ , т.е. в обоих методах используются типовые  $T$  (стандартные, унифицированные – серийные) сборные элементы. Одновременно  $M^{AK} \Leftrightarrow \overline{M^{\partial D}}$ , поскольку  $F_k^{AK} \rightarrow F_k|_{Pr, Mt, Dв, Bp}$ , т.е. метод диверсификации ограничен изменениями систем по положению элементов в них, а метод агрегатирования–конгломерирования охватывает любые изменения систем по всем факторам многообразия ИСС.

Метод фрагментарно-матричный  $M^{\Phi M}$  конструирования [Г.1, 2, 5, 27, 30, 43 и др.] характеризуется: образованием систем из упорядоченных одинаковых и различных элементов ( $\mathcal{E}C_{nm}$ ); по всем факторам многообразия  $Pr$ ,  $Mt$ ,  $Dв$ ,  $Bp$  и их составляющих (1, 2, ...); относительно типовых (в общем случае – относительно известных) решений; различия образуют по заранее заданным фрагментам  $\Phi P$  (элементов, функций, систем, их свойствам и т.д.) новых решений, т. е.

$$M^{\Phi H} \Rightarrow \left( \frac{\mathcal{E}C_{nm}; F; F(\mathcal{E}C_{nm})}{\Phi P} \right) \Big|_{\Pi p(1,2,\dots); Mm(1,2,\dots); D\theta(1,2,\dots); Bp(1,2,\dots)} \quad (4.4.10)$$

*АКТ-метод комбинаторики*  $M^{KB}$  [Г.3, 11, 24, 28 и др.] также содержится в универсальном методе  $M^{AK}$  и основан на математических выражениях (4.4.2), т.е.  $M^{KB} \subset M^{AK}$ ,  $M^{KB} \supset (P_n, A_n^m, C_n^m)$  и может быть записан как

$$M^{KB} \Rightarrow F \{ \mathcal{E}C_{nm} \} /_{P_n, A_n^m, C_n^m} \Rightarrow F_h \{ \mathcal{E}C_{nm} \}, \quad (4.4.11)$$

где индекс  $h$  – иное функционирование  $F$  (отличное от  $k$ ).

В более широком охвате этим методом различных ИСС множество элементов  $\{ \mathcal{E}C_{nm} \}$  должно быть конкретизировано, т.е. соответствовать элементам штучным ЭШ, монолитным ЭМ, комбинированным КБ, а также может учитывать агрегатное состояние – твердое  $T$ , жидкое  $J$ , газообразное  $G$ .

*Метод совмещения функций*  $M^{C\Phi}$  [Г.1, 19, 27, 31, 35, 40, 42, 46, 50] – метод скрытой разнотолковности (см. табл. 4.1.2), характеризующийся одновременным выполнением элементом или системой нескольких функций:

$$M^{C\Phi} \Rightarrow \mathcal{E}C_{nm} \Big|_{\{F_1 \cup F_2 \cup F_3 \cup \dots\}} \quad (4.4.12)$$

Противоположный методу совмещения функций – *метод разделения функций*  $M^{P\Phi}$  как явный метод разнотолковности [например, Г.7, 11].

*Метод трансформации*  $M^{TP}$  [Г.6, 8, 14, 17, 18, 20, 32, 35] как метод разнотолковности характеризуется: упорядоченной совокупностью элементов; неизменностью состава системы из них; кинематической взаимосвязью (индекс –  $KC$ ) элементов в системе как формой функционирования; переходом системы из одного состояния в другое с получением вследствие этого нового эффекта; преобразование системы осуществляется по ее физическому объему – по фактору пространства  $\Pi p$ , т.е.

$$M^{TP} \Rightarrow (F_k^{KC}(\mathcal{E}C_{nm})_T) \Big|_{\Pi p} \Leftrightarrow (F_h^{KC}(\mathcal{E}C_{nm})_P) \Big|_{\Pi p}, \quad (4.4.13)$$

где упорядоченная совокупность элементов  $(\mathcal{E}C_{nm})_T = (\mathcal{E}C_{nm})_T$ , а при  $F_k \neq F_h$ ,  $(\mathcal{E}C_{nm})_T \Leftrightarrow (\mathcal{E}C_{nm})_T \Rightarrow (\mathcal{E}C_{nm})_P \rightarrow \mathcal{P}_p$ .

Аналогично выражению (4.4.13) следует, что виртуально возможны «трансформации» систем по другим факторам образования многообразия –  $Mt$ ,  $Bp$ ,  $Dв$  при соответствующих АКТ-решениях.

*Метод универсализации*  $M^{VH}$  [Г.3, 11, 20, 26, 28, 37, 49, 50]. Характерным примером применения этого метода могут быть универсальные секции-пакеты (УСП) сборно-разборных зданий, состоящие из многократно рекомбинируемых, шарнирно сочлененных стеновых панелей и плит покрытия (см. рис. 5.1.5 и 5.1.8).

Удовлетворение конструкцией УСП требуемого диапазона значений параметров нужной функции обеспечивает свойство универсальности. Выполнение конструкцией дополнительных (к аналогу – унифицированных типовых секций – УТС) или нескольких функций (по замыслу проектировщика) придает ей также свойство многофункциональности.

Разнозаменяемые элементы трехшарнирных рам сельскохозяйственных и других зданий (см. рис. 5.1.14) дают унифицировано-подобные ряды габаритных параметров – высоты и пролета, что характеризует такие рамы только как универсальные (но, не как многофункциональные).

Согласно диалектическому квадрату заменяемости элементов серийного промышленного производства свойства одно- и многофункциональности, специализации и универсальности являются проявлением атрибутивного свойства амбизаменяемости элементов и систем как степени сосредоточения в них определенных ТУ, обеспечивающих им одно- и разнообразие.

Противоположный  $M^{VH}$  – *метод специализации*  $M^{CP}$ , ограничивающий или исключаящий разнообразие применения элементов, что характеризует сборные элементы преимущественно как взаимозаменяемые.

*Метод вариабельности свойств* (геометрических, прочностных, теплотехнических и др.)  $M^{BC}$  [Г.9, 10, 22, 23, 25, 26, 29, 41] как метод разнозаменяемости реализуется на стадии производства (изготовления)  $T_{II}$  сборных изделий; характеризуется непостоянством заранее заданных проектных характеристик, т. е.

$$M^{BC} \Rightarrow \{\mathcal{E}C_{nm}\}_{T_{II}} \rightarrow G_o \rightarrow var, \quad (4.4.14)$$

где  $G_o$  – обобщенное свойство материала изделия.

Принимая, например,  $G_o \rightarrow F_o$  (несущая способность по сечению элемента) получаем частные методы вариабельности по исчерпа-

нию и компенсации несущей способности типовых строительных конструкций.

Если  $G_o \rightarrow \{L_o, B_o, H_o\} \rightarrow NM_\Gamma$ , то при  $N = 60$  по выражению (1.2.1) получаем  $M^{BC} \Rightarrow M^{yk}$  – метод укрупненных модульных габаритных параметров ИСС, которым характеризуется практика последних этапов типового проектирования и индустриализированного строительства с «гибкой» технологией. При  $G_o \rightarrow \{L_o, B_o, H_o\} \rightarrow (N \pm n)M_\Gamma$ , по выражению (4.4.14) получаем  $M^{BC} \Rightarrow M^{yD}$  – метод укрупненно-дробных модульных параметров сборных ИСС, соответствующий «резательной» технологии.

Метод укрупненно-дробных модульных параметров (объемно-планировочных, прочностных, теплотехнических, структурных и др.)  $M^{yD}$  [Г.3, 24, 28, 36, 43, 51 и др.] как метод разноразмерности –  $M^{yD} \subset M^{BC}$ ; применительно к упорядоченным составляющим: элементам, системам:

$$M^{yD} \Rightarrow (\mathcal{E}C_{nm}^{yD}; F_{nm}^{yD}; F^{yD}(\mathcal{E}C_{nm}^{yD})) | P_o \rightarrow f(P_o), \quad (4.4.15)$$

где  $P_o$  – некая обобщенная составляющая укрупнения–дробления, например,  $P_o \rightarrow \{L_o, B_o, H_o\}$ ;  $P_o \rightarrow G_o$ ;  $P_o \rightarrow R_o$ ;  $P_o \rightarrow D_o$  (последняя – долговечность зданий, сооружения) и т.д.

Методы исчерпания  $M^{IH}$  и компенсации  $M^{KH}$  несущей способности [Г.13, 19, 26, 38, 41, 53] типовых строительных конструкций – частные варианты метода варибельности свойств  $M^{BC}$  элементов и систем

$$M^{IH} \subset M^{BC}, M^{KH} \subset M^{BC} \text{ при этом } M^{IH} \uparrow \downarrow M^{DK}; \quad (4.4.16)$$

сходится с методом  $M^{yD}$  по геометрическим параметрам, когда  $\{L_o, B_o, H_o\} \rightarrow var$  при руководстве приемом, например, варибельности фактического шага  $B_\phi$ , пролета  $L_\phi$ , высоты  $H_\phi$  или по структурному составу – приемом варибельности количества элементов с модульной несущей способностью  $n_M$  в составных конструкциях.

Частные варианты метода исчерпания–компенсации несущей способности при ОМКС могут иметь кратные модульные параметры  $M$ :

$$\begin{aligned} G_o / G_\phi &= nM_o; \{L_o / L_\phi; B_o / B_\phi; H_o / H_\phi\} = nM_\Gamma; \\ R_o / R_\phi &= nM_o, D_o / D_\phi = nM_o \text{ и т.д.,} \end{aligned} \quad (4.4.17)$$

где  $n \in N$ .

Метод «нестандартного» применения  $M^{HC}$  типовых унифицированных (стандартных) сборных элементов (конструкций, других изделий) [Г.16, 31, 33, 34, 42, 50 и др.] – частный случай метода элементарной диверсификации  $M^{\mathcal{E}D}$ , т.к. в обоих применяются типовые ( $T$ ) изделия, образуются различия (новое функционирование –  $F_h$ ) в системах, но первый относится лишь к области эвристических решений, т.е. к стадии проектирования –  $T_{\Pi}$ . Тогда

$$M^{HC} \subset M^{\mathcal{E}D}|_{T_{\Pi}} \Rightarrow F_h^{\mathcal{E}D} \{ \mathcal{E}C_{nm}^T \} |_{T_{\Pi}} . \quad (4.4.18)$$

В приемах образования различий в ИСС представлено однозначное АКТ-использование элементов – по их прямому назначению. При «нестандартном» применении типовых элементов можно повысить эффект многообразия ИСС с одновременным сокращением номенклатуры изделий за счет изъятия их специальных типов и типоразмеров.

В следующей главе приведены примеры применения отдельных приемов обеспечения различий в сборных ИСС: нетиповой, в частности, «удаляющейся» привязки элементов в системах (см. рис. 5.2.6, с.305); внутренней и внешней, конформной и неконформной привязки [Г.3, 11]; модульного соотношения геометрических (и других: прочностных, теплотехнических и т.д.) параметров [Г.12, 14, 20, 21, 22, 26, 35, 43, 49, 52]. Последние – частные случаи метода вариабельности геометрических параметров взаимосвязи элементов в системах:

$$\{L_o, B_o, H_o\} \rightarrow \text{VAR}; \{L_o, B_o, H_o\} \rightarrow (N \pm N) M_I; \{L_o, B_o, H_o\} \rightarrow N M_I, \quad (4.4.19)$$

где  $N \in N$ ,  $N \gg n$ .

Метод модульного (кратного) соотношения несущей способности  $M_M^{CH}$  [Г.21, 22, 24, 25, 28, 41, 42, 52] – частный случай метода укрупненно-дробных параметров  $M^{y\partial}$  или же метода вариабельности свойств  $M^{6c}$  (размеров структурных элементов, теплотехнических характеристик и др.)

$$M_M^{CH} \subset M_M^{y\partial} \subset M_M^{BC} . \quad (4.4.20)$$

Методы инвертирования  $M^{IB}$  и конвертирования  $M^{KB}$  соответствуют применению промышленных изделий в той же области строительства, но по другому назначению (*инверсия*), и применению в обла-

сти строительства каких-либо изделий, выпускаемых другими отраслями (*конверсия*). Тогда запись методов инвертирования  $M^{IB}$  и конвертирования  $M^{KB}$  имеет вид:

$$M^{IB} \Rightarrow F(\mathcal{E}C_{nm})_{OC} |_{OC}; \quad (4.4.21)$$

$$M^{KB} \Rightarrow F(\mathcal{E}C_{nm})_{HC} |_{OC}, \quad (4.4.22)$$

где индексы  $OC$  – отрасль строительства;  $HC$  – другие (не строительная) отрасли промышленного производства; в определенном смысле эти методы противоположной направленности  $M^{IB} \uparrow \downarrow M^{KB}$

$$M^{IH} \subset M^{HP} \rightarrow F^{HP}(\mathcal{E}C_{nm}^T), \quad (4.4.23)$$

где индекс  $HP$  – новое применение.

Метод инвертирования типовых строительных конструкций, фактически, сходится с методом их «нестандартного» применения. Решения, полученные методом конвертирования, позволяют дополнительно расширить номенклатуру используемых изделий и, тем самым, повысить многообразие ИСС, не увеличивая ее состава изделий, производимого в отрасли строительства.

*Метод модификаций*  $M^{M\Phi}$  как метод разнотипности также связан с отступлением от признака «без предварительной подгонки или доработки», производимой только не при монтаже, а при изготовлении изделия. То есть метод модификаций учитывает фактор времени через стадии существования элемента (см. табл. 2.6.3, с.135).

Метод  $M^{M\Phi}$  расширяет область применения элементов с изменениями, не предусмотренными типовыми решениями, что сближает его с методом дополнительных деталей  $M^{UD}$  (описан далее). Поскольку реализации метода  $M^{M\Phi}$  предшествует технологическая доработка, то он – частный случай *конструктивно-технологических методов*  $M^{KT}$ , включающих, в частности метод  $M^{BC}$ .

Многие из перечисленных методов могут рассматриваться в общем аспекте как *метод конструктивной адаптации*  $M^{KA}$  элементов к иным условиям их работы в других системах.

*Метод усиления (не вынужденного) конструкций*  $M^{HY}$  [Г.7, 19, 23, 30, 46, 47, 48, 53, 54, 56] – как метод разнотипности, требующий проведения инженерных расчетов, предполагает, как правило, использование дополнительных деталей. Сравнивая метод собственно *усиления* (для расширения конструктивно-функциональных возможностей стандартных конструкций) и метод *компенсации* проектных пара-

метров (как отдельного приема их усиления), отметим, что второй – частный случай первого, т.к. он конкретизирует содержание усиления.

Не вынужденное усиление кондиционных типовых строительных конструкций предполагает их преднамеренное преобразование с приданием им более высоких прочностных характеристик. Здесь усиление – не традиционное устранение физического износа, не приспособление к перегрузкам и т.п., а проектно-конструкторское направление по расширению технических возможностей стандартных изделий, не изменяющее их собственных свойств, но обеспечивающее иное функционирование в более сложных условиях работы. Этот метод отходит от признака формальной равнозначимости «без доработки или подгонки» и является неформальным случаем *метода дополнительных деталей*  $M^{ПД}$ .

Метод  $M^{НУ}$  расширяет использование типовых конструкций в нетиповых решениях и, тем самым, способствует увеличению объема их производства или уменьшению номенклатуры аналогично методу  $M^{НС}$ . Значит, метод  $M^{НУ}$  – также частный случай последнего.

*Метод направленного разрушения*  $M^{НП}$  [Г.17, 22, 39, 47] характеризуется принудительным изменением первоначальной формы предварительно изготовленного изделия. Это – частный случай *метода трансформации* по материально-вещественному ( $Mm$ ) фактору образования различий или тождеств:  $M^{НП} \subset M^{ТР}$  при  $\mathcal{E}_{C_{nm}/Mm} \rightarrow var$ . Решения, полученные с использованием метода  $M^{НП}$ , имеют типологический ряд по признакам: физического состояния конструкции, кратности параметров при их изменении, периода их проведения и др.

Трансформация сборных элементов направленным их разрушением как конструктивно-функциональная равнозначимость может быть: по кратности использования – *одноразовой* и *многократной*; по проведению в циклах жизни системы – *построечной*, *эксплуатационной* и т.д; по конструктивному состоянию – *свободной*, когда имеются устройства для преобразования формы (шарниры и др.), и *принудительной*, когда преобразование связано с преднамеренными локальными разрушениями; а также – *обратимой* и *необратимой*.

Многократная трансформация обычно бывает свободной, обратимой, эксплуатационной; одноразовая – свободной или принудительной, необратимой, построечной. Возможна также внешняя и внутренняя, полная и частичная трансформация соответственно формам равнозначимости.

*Конструктивно-технологические методы*  $M^{КТ}$ . Сборные изделия могут использоваться с обетонированием или с ручной кладкой



мелкоштучных изделий как способами их *предварительной* или *последующей* доработки по типу соответствующего элементарного приема в модели развития многообразия сборных систем (см. рис. 2.4.2,и). Тогда, например, применяемый в строительном производстве *метод раздельного бетонирования*  $M^{PB}$  представляется как один из методов номинальной равнозаменимости. Раздельное бетонирование относится к технологии и организации строительного производства; образуемые этим методом конструкции связаны с изменением их свойств, что соотносится с квадратом заменимости по его блокам  $E$ ,  $O$  и стороне  $EO$ .

В конструктивном отношении метод раздельного бетонирования дает новое качество изделиям, характеризующееся *непостоянством характеристик* в различных участках или вариабельностью свойств материала, т.е. при этом  $P_o \rightarrow var$ . Последнее определяет и соответствующий метод  $M^{BC}$  по материально-вещественному фактору  $Mt$  образованию различий (см. табл. 2.6.3) или, например, по форме при изготовлении элементов с типоразмерным рядом геометрических параметров.

Как вариабельность раздельное бетонирование можно различать по:

- *компонентам* материала –  $Mt$  (например, вода – отдельно);
- *времени* –  $Vp$  (например, сначала верхняя часть конструкции);
- *участку* конструкции –  $P/P$  (например, часть подсыпаемого основания под стеной, образующая фундамент цементацией);
- *месту* проведения бетонирования –  $P/P$  (например, составные элементы – в опалубочных формах на заводе, а обетонирование их – в объекте на строительной площадке) и т.д.

*Методы «гибких» технологий*  $M^{GT}$ . Архитектурно-конструктивные методы равнозаменимости  $M^{AK}$  элементов и систем на стадии их изготовления и конструктивно-технологические методы  $M^{KT}$  (раздельного бетонирования, вариабельности свойств конструкций, невынужденного усиления, направленного разрушения и др.) непосредственно сближают решение проблемы «однообразия и многономенклатурности» с методами «гибких» технологий. Принцип равнозаменимости в них находит дополнительную область своей реализации не со стороны архитектурно-строительного проектирования, а со стороны технологии и организации строительного производства.

Оба аспекта области реализации методов «гибких» технологий сходятся по цели, задачам и результатам, в частности, сборного и штучного вообще, а также монолитного и комбинированного направлений

индустриализированного строительства в достижении наибольшего многообразия ИСС с использованием наименьшей номенклатуры сборных изделий. При этом имеет место общность или сходимость конкретных методов проектирования и конструирования как сборных элементов, так и технологических изделий (опалубочных форм, оснастки и т.п.) для производства сборных элементов.

В частности, в технологических методах сходятся противоположные геометрические параметры: использование на стационарных и мобильных заводах соответственно Системы предельных параметров – СПП и Модульной координации размеров в строительстве – МКРС. Обе системы, таким образом, взаимосвязаны в промышленном производстве сборных элементов ИСС и сборных изделий, применяемых для производства этих элементов.

Методы «гибкой» технологии для сборных ИСС в общем можно описать как

$$M^{GT} \Rightarrow (\{\mathcal{E}C_{nm}\}; F\{\mathcal{E}C_{nm}\})|_{T_{II}}, T_{II}|_{Mm, Пр, Дв, Вр}. \quad (4.4.24)$$

В частности, при  $T_{II}|_{Mm} \rightarrow G_{\sigma} \rightarrow var \Rightarrow M^{BC}$  получим метод вариативности свойств; при  $T_{II}|_{Mm} \rightarrow (N \pm n)M_{\Gamma} \Rightarrow M^{VD}$  – метод укрупненно-дробных параметров, обеспечиваемый методом «резательной» технологии.

«Гибкая» технология в аспекте принципа разнотипности отражает сборность с учетом фактора времени – на стадии изготовления конструкций  $T_{II}$  и материально-вещественного фактора  $Mm$  – в отношении твердеющей массы, т.е. еще несборных изделий, а также применительно к опалубочным формам, оснастки и т.п. как сборным изделиям промышленного производства.

Метод дополнительных деталей  $M^{DD}$  [Г.7, 19, 23, 33, 38, 45, 48, 55, 57] пересекается с методом «нестандартного» применения  $M^{HC}$  и относится к формальной или неформальной заменяемости в зависимости от того, сопровождается ли она на стадии монтажа  $T_M$  сохранением типовых элементов или в них вносятся какие-либо изменения. Последнее является подгонкой (доработкой) сборных элементов, что является отступлением от формальной заменяемости. Значит,

$$M^{HC} \cap M^{DD} \Rightarrow F_k\{\mathcal{E}C_{nm}^T; DD\}|_{T_M} \rightarrow 3P^{H\phi}, \quad (4.4.25)$$

где  $DD$  – дополнительные детали; при типовых модульных элементах

( $T_M$ ) получаем соответствие формальной заменяемости  $Z^\Phi$ :

$$M^{ДД}|_T \rightarrow Z^\Phi. \quad (4.4.26)$$

Подгонка (доработка) на стадии изготовления  $T_H$  сборного элемента, например, установкой в нем дополнительных закладных деталей или их с иным расположением в конструкции, изменением армирования и т.п. соотносит метод  $M^{ДД}$  с *методом модификаций*  $M^{МФ}$  [Г.7, 15, 16, 20, 22, 27, 30, 34, 36, 37, 42, 44] типовых элементов:

$$M^{ДД}|_{T_H} \Rightarrow M^{МФ}|_{ДД}, \text{ т.е. } M^{HC}|_{T_H} \cap M^{МФ}|_{ДД}. \quad (4.4.27)$$

При изменении фактических условий работы типовых элементов относительно проектных, т.е. для новых ( $H$ ) условий их работы на стадии эксплуатации ( $T_3$ ):

$$M^{ДД} \rightarrow \{ \mathcal{E}C_{nm}^T; ДД \}|_{T_3^H} \Rightarrow M^{HC}. \quad (4.4.28)$$

Для реализации метода используются детали (устройства, приспособления): сопрягающие элементы, перераспределяющие усилия в конструкциях или нагрузки на них (здесь этот метод сходится с известным *методом прямого проектирования* [282]), рассредоточивающие давления, компенсирующие несущую способность и т.п., в частности, распорки, подвески, затяжки, перекидные балки, подкладки, вставки, косынки, анкера, крепежные детали и другие.

*Утилизация элементов*  $M^{VT}$  как метод разнозаменяемости. Принимая во внимание стадии существования сборных ИСС, в соответствии с диалектическим квадратом заменяемости повторное применение или утилизация ( $T_V$ ) изделий с их новыми свойствами (учитывая износ) представляется методом разнозаменяемости, обеспечивающим дополнительные различия в работе изделий согласно факторам многообразия ИСС: времени  $Bp$  – после первой эксплуатации; движения  $Дв$  – в других взаимосвязях и взаимодействии; пространства  $Пр$  – в иных местах и объектах строительства; материально-вещественного  $Mm$  – те же изделия, в других системах:

$$M^{VT} \Rightarrow F^H ( \mathcal{E}C_{nm}^T )^H|_{T_V}; T_V|_{Mm, Пр, Дв, Bp} \quad (4.4.29)$$

где индекс  $H$  – новые: функциональная взаимосвязь, взаимодействие; состояние сборных элементов, системы в целом.

Решения с применением *некондиционных* конструкций и других изделий стройиндустрии или конструкций, поврежденных при транспортировке и монтаже, могут быть многообразными по применению. Это, в частности, может быть актуальным при массовом демонтаже полносборных 5-ти этажных жилых домов на стадии их полного физического износа.

Применение в ИСС утилизируемых сборных конструкций может потребовать проведения дополнительных инженерных расчетов из-за новой взаимосвязи между этими элементами и конструктивного дополнения мелкоштучными материалами, омоноличивания и т.п. Новым сооружениям может потребоваться также особая «эстетизация» внешнего вида архитектурными средствами.

Таким образом, утилизация может удовлетворять различные потребности нетиповым проектированием и строительством.

Приведенные выше и дополнительные методы разнотипности (*метод рекомбинаторных преобразований* для составных систем или подсистем, *метод базовых систем* с навешиваемыми или сменными строительными элементами, методологический *метод преемственности–обновления* с конкретными приемами обеспечения тождеств–различий и др.) расширяют возможности увеличения многообразия ИСС при типовом и нетиповом (уникальном, индивидуальном, экспериментальном, «именном» и т.п.) проектировании, включающем образование всевозможных АКТ-решений [В.38].

**Классификация методов разнотипности.** Выявленные по научно-технической литературе и разработанные здесь на основе анализа изобретений методов разнотипности с их логико-семантическим описаниями (определениями) целесообразно систематизировать, во-первых, для их индикации, во-вторых, для развития данного раздела методологии ИСС и, в третьих, для применения в проектировании и конструировании ИСС [В.43]. Методы разнотипности, приведенные в табл. 4.4.1, систематизированы по видам заменяемости (*формальной, неформальной*, вместе – *номинальной и ненормальной*) и в определенных отношениях и во взаимосвязях между собой (в правой колонке таблицы приведен краткий комментарий).

**Таблица 4.4.1 – КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ РАЗНОТИПНОСТИ**

Наименование метода (приема)	Краткая характеристика, комментарий
1.НОМИНАЛЬНАЯ РАЗНОТИПНОСТЬ	
1.1. ФОРМАЛЬНАЯ	
1.1.1. Метод элементарной диверсификации конструкций, элементов и	Изменение количества взаимозаменяемых изделий по осям и отметкам объемной координационной

<p>деталей типовой номенклатуры</p> <p>1.1.2. Метод агрегатирования – конгломерирования:</p> <p>а) базовых конструктивных систем</p>	<p>сетки ИСС; их взаимного положения, положения в системе; отсутствие одного изделия в их множестве или какого-либо подмножества изделий, изменение их составов; различные перестановки, сочетания и размещения изделий, комбинации их между собой и т.п.</p> <p>Сборка–разборка конструкций в различной комбинации составляющих элементов на разном уровне структуризации ИСС. Крупным составным конструкциям, структурным частям зданий и сооружений соответствует преимущественно агрегатирование, а небольшим ограждающим и несущим конструкциям, составным «элементам» – конгломерирование; включает комбинаторные методы (п. 1.1.3).</p> <p>Например, УСП (как базовая структурная часть здания) с комбинируемыми разнотипными элементами</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Продолжение табл. 4.4.1

Наименование метода (приема)	Краткая характеристика, комментарий
<p>б) рекомбинаторных преобразований (например, УСП, Г-образные полурамы из структурных модулей по несущей способности)</p> <p>в) прием укрупнения с дроблением (одновременным) архитектурно-строительных элементов, подсистем и систем;</p> <p>г) прием совмещения с разделением функций (одновременным) элементов, подсистем и систем.</p> <p>1.1.3. Комбинаторные методы (теоретически: перестановки, перемещений, сочетаний) формальной разнозначности</p> <p>1.1.4. Метод фрагментарно-матричный образования различий, обеспечения разнозначности</p> <p>1.1.5. Метод нетиповых привязок (как отступления от типовых правил МКРС) при АКТ-проектировании:</p> <p>а) внутренней, внешней; конформной, неконформной; постоянной, переменной;</p> <p>б) прием соотношения привязок</p> <p>1.1.6. Метод variability параметров Обобщенной модульной координаты в строительстве (ОМКС):</p>	<p>Область применения, например, сборно-разборные ИСС, т.е. при возможности нового (однократного или многообразного) комбинирования комплектов элементов.</p> <p>То же, что и в б); для стационарных ИСС метод может конкретизироваться в отношении изделий с укрупненно-дробными параметрами (см. п.1.2.3,г); применение приема возможно в отношении разных факторов образования различий</p> <p>То же, что и по п.б); для стационарных ИСС приемы применяют обычно отдельно.</p> <p>Теоретические приемы конструктивно усложняются их совмещением, изменением функционального назначения элементов и т.п., (например, опорной и коньковой частей полурам с разнозначаемыми комплектами составляющих их элементов) и др.</p> <p>Применим при решении творческих задач в проектировании и конструировании различных частей ИСС по составляющим: геометрической формы, материально-вещественных качеств, конструктивных особенностей, методов разнозначности и др. Данным методом получены АКТ-решения, которыми были закрыты «белые пятна» матрицы с отсутствующими разнозначаемыми конструкциями по геометрическим формам, в конкретных АКТ-выражениях для определенных функционально-технологических назначений, применительно к различным ИСС.</p> <p>Типовые правила накладывают ограничения, детерминирующие габаритные, прочностные, конструктивные и другие определенности, отступление от которых дает «освобождение» формам разнообразия; различие отступлений увеличивает разнообразие.</p> <p>Разновидности метода (см. также п.1.1.6).</p> <p>То же</p> <p>Вариабельность габаритных параметров (шага, пролета, высоты), грузовых площадей, несущей способности конструкций, их физико-механических, теплотехнических и других характеристик как частные случаи данного метода позволил разработать новые АКТ-решения.</p>

**Продолжение табл. 4.4.1**

Наименование метода (приема)	Краткая характеристика, комментарий
<p>а) прием вариабельности габаритных (геометрических), грузовых и силовых параметров</p> <p>б) приемы кратных модульных соотношений (см. п.1.1.5,б).</p> <p>1.1.7. Метод конструктивно-функциональной адаптации</p> <p>1.1.8. Метод трансформации – формальная разнотипность.</p> <p>1.1.9. Метод «нестандартного» применения сборных изделий типовой номенклатуры</p> <p>а) метод конвертирования;</p> <p>б) метод инвертирования;</p> <p>в) невынужденное усиление – формальная разнотипность;</p> <p>г) приемы сходного, смежного, противоположного применения.</p> <p>1.1.10. Метод «универсализации – специализации»</p>	<p>Частный прием вариабельности, применительно к параметрам в модульном выражении.</p> <p>Соотносится с методом (приемами, способами) вариабельности геометрических (п.1.1.6,а) и других параметров, с комбинаторным методом (п.1.1.3), например, при структурных модулях.</p> <p>См., в частности, п.1.1.8</p> <p>Реализуется в видах: свободной, обратимой, многократной трансформации в периоды: эксплуатационный, предпостроечный, транспортировки; разновидность метода по п.1.1.7.</p> <p>Применение стандартных изделий не в соответствии с проектной документацией: в другой области, в новом сочетании с другими изделиями, под иную нагрузку, в новом положении и т.д.</p> <p>Займствование строительной отрасли изделий из других отраслей промышленности.</p> <p>Использование изделий строительной индустрии по другому назначению в той же отрасли.</p> <p>Применим при отсутствии доработки или подгонки взаимно-, разнотипных изделий; требует, как правило, использования дополнительных деталей, что соотносит его с методами неформальной разнотипности (см. пп.1.2.5; 1.2.8,б).</p> <p>Приемы применения по аналогии, по ассоциациям и др.</p> <p>По конечному результату является целью конструирования; достигается разнотипностью методов для обеспечения многофункциональности использования, много целевого назначения или, наоборот, однофункционального использования, одноцелевого назначения.</p>
<b>1.2. НЕФОРМАЛЬНАЯ</b>	
<p>1.2.1. Метод элементарной диверсификации</p> <p>1.2.2. Комбинаторный метод</p>	<p>Аналогично п.1.1.1, но с частичной доработкой или подгонкой сборных изделий перед сборкой в ИСС использованием кирпичной кладки, бетонирования по месту и т.п.</p> <p>Аналогично п.1.1.3 с комментарием к предыдущему методу; здесь частичная доработка или подгонка может быть объектом дополнительного применения приемов комбинаторики (см. п.1.1.3).</p>

Продолжение табл. 4.4.1

Наименование метода (приема)	Краткая характеристика, комментарий
<p>1.2.3. Конструктивно-технологические методы:</p> <p>а) метод раздельного бетонирования (по месту производства работ, по участку строительной конструкции, по времени, по компонентам и т.д.) как метод разноразмерности;</p> <p>б) метод вариативности свойств (дискретной, аналоговой);</p> <p>в) метод «гибких» технологий производства в области сборного домостроения (например, с переналаживаемыми, универсальными сборными опалубочными формами);</p> <p>г) метод «резательных» технологий при производстве сборных железобетонных элементов полносборных ИСС – формальный метод.</p> <p>1.2.4. Метод направленного разрушения.</p> <p>1.2.5. Метод конструктивно-функциональной адаптации:</p> <p>а) прием конструктивного «содействия»;</p>	<p>Относятся к принципу разноразмерности, принимая во внимание сходимость сборного и монолитного направлений индустриализованного строительства (как противоположностей) с двух сторон: штучное, сборное до распалубки на стационарном заводе ЖБК является монолитным; монолитное, изготовленное на стройплощадке мобильным заводом, становится цельным, штучным, но нетранспортабельным.</p> <p>Вариативность здесь может быть достигаться раздельным изготовлением изделия, в том числе, путем бетонирования; возможна в составном изделе из штучных элементов (см. пп.1.1.3; 1.1.6); так метод сходится с формальной разноразмерностью.</p> <p>Еще область сходимости противоположностей – сборного и монолитного; сходится также формальная и неформальная разноразмерности, т.к. теоретическое обеспечение формальной разноразмерности применимо к области сборного домостроения на стадии изготовления конструкций, элементов в отношении металлоформ (как штучных, сборных конструкций); это же возможно в другой противоположности – в монолитном домостроении в отношении переставной, скользящей опалубки.</p> <p>Является развитием предыдущего; применим для изготовления разноразмерных погонных изделий; при соответствии укрупненно-дробным геометрическим параметрам элементов полносборных ИСС – формальный метод</p> <p>Частный случай метода трансформации (п.1.1.8), характеризуется принудительным изменением первоначальной формы и физического состояния сборного изделия, имеет типологический ряд по кратности параметров при их изменении, состоянию, периоду проведения последнего и др.</p> <p>Может сходиться с методом дополнительных деталей, если им обеспечивается «содействие» работе конструкций (п.1.2.6).</p>



Продолжение табл. 4.4.1

Наименование метода (приема)	Краткая характеристика, комментарий
б) метод исчерпания (избытка) несущей способности типовых строительных конструкций;	Сходится с методом по п.1.1.6, в частности, с приемом вариабельности габаритных параметров; для пролетных конструкций эффективен при «резательной» технологии по п.1.2.3,г или применении кирпича для стен.
в) метод компенсации (недостатка) несущей способности типовых строительных конструкций;	Метод, противоположный методу по п.1.2.4,б; целесообразно рассматривать их в единстве как метод исчерпания–компенсации несущей способности.
г) прием подгонки фактического нагружения строительной конструкции расчетным условиям; «прямое» проектирование (по Шухову В.Г.).	Отличается от предыдущих двух методов средствами достижения: не вариабельностью геометрических параметров (шага, пролета), а вариабельностью модульной нагрузки при общности конечного результата – обеспечение предельного состояния конструкций в конкретных условиях работы.
1.2.6. Метод дополнительных деталей (см. также пп.1.2.1; 1.2.2; 1.2.4 и др.)	Дополнительные детали (затяжки, подкосы, вкладыши, бандажи и т.п.) корректируют работу типовых конструкций в новых условиях работы, обеспечивая соответствие с типовыми расчетными схемами, проектным функционированием и т.п., а также аддитивность в ИСС
1.2.7. Метод фрагментарно-матричный	При решении аналогичных п.1.1.4 творческих задач с нестрогим соблюдением формальных признаков разнозамеяемости, (на-пример, с подгонкой изделий по месту).
1.2.8. Метод трансформации – неформальная разнозамеяемость	Область применения: преимущественно, принудительная, одноразовая, необратимая, с направленным разрушением (п.1.2.4) и т.п. в построечный период
1.2.9. Метод «нестандартного» применения сборных изделий типовой номенклатуры:	Эвристическое использование стандартных конструкций: по нетиповому положению, сочетанию с другими изделиями, в новых условиях, под иные нагрузки и т.п.
а) метод модификаций типовых конструкций, элементов;	Например, уменьшением длины колонны, изменением армирования или положения, количества закладных деталей в имеющихся опалубочных формах; сходится с методом адаптации (см. п.1.2.5), применим на стадии проектирования сборных изделий.
б) метод не вынужденного усиления;	Применение типовых конструкций под большие нагрузки без изменения армирования, класса бетона и т.п. мероприятий; применим совместно с методом дополнительных деталей (см. п.1.2.5).

**Продолжение табл. 4.4.1**

Наименование метода (приема)	Краткая характеристика, комментарий
<p>в) метод компенсации проектных параметров.</p> <p>1.2.10. Метод конструктивно-функциональной «преемственности – обновления»</p> <p>1.2.11. Утилизация – метод разнозаменяемости</p>	<p>Аналогичен предыдущему, но в отличие от него относится, в основном, к восстановлению геометрических параметров, однако принципиально только к ним не сводится; имеется взаимосвязь с п.1.1.5, например, при отступлении от типовых правил привязки в результате нарушения технологии монтажа по допускам и посадкам.</p> <p>Метод нагляден на АКТ-решениях по реконструкции 5-ти этажных сборных домов типовых серий (см. раздел 5.4), на ряде последовательно совершенствуемых конструкций: УПС, взаимо- и разнозаменяемых УСП; трехшарнирных рам из составных Г-образных элементов и др. (раздел 5.1).</p> <p>Вторичное применение (утилизация) сборных изделий с их новыми свойствами (учитывая износ), обеспечивает дополнительные различия в работе других сооружений.</p>
<b>2. НЕНОМИНАЛЬНАЯ</b>	
<p>2.1. Альтернативные решения</p> <p>2.2. Переходные, промежуточные и т.п. решения</p> <p>2.3. Произвольные</p>	<p>Различия между АКТ-системами не по техническим условиям (ТУ), а по иным требованиям –экономическим, социальным и т.п.; при этом разнозаменяемыми становятся возможные АКТ-решения, их варианты одного функционального назначения.</p> <p>При переходе от формальной заменяемости к неформальной, от номинальной к неноминальной в разных сочетаниях признаков их определений.</p> <p>Охватывают «остальное» многообразие систем, не содержащих признаков даже неноминальной заменяемости (т.е. уникальных и кустарных, например, из области искусства, что выходят за рамки исследуемой здесь основной проблемы)</p>

**Диалектические методы разнотамняемости** [В.24]. Основам типового архитектурно-строительного проектирования, заложенным вначале индустриализации строительства присущи некоторые философские аспекты принципов конструирования строительных конструкций. При методологической экспликации этих основ в данных принципах дополнительно раскрываются латентные возможности индустриализованного строительства, обеспечивающие иные пути и средства решения проблемы однообразия ИСС и многономенклатурности элементов.

Рассматривая ИСС в «развитии» (т.е. в процессе АКТ-совершенствования проектных решений) согласно диалектическому методу полагаем, в частности, что методу *совмещения* функций в работе элементов должен соответствовать противоположный метод *разделения* функций. Поскольку противоположности существуют совместно и одновременно (как имманентные тенденции, виртуальные возможности и т.п.), то реально имеет место единый метод *совмещения–разделения* функций. Последний – один из методов разнотамняемости (образования различий или нетождеств в элементах и системах).

Аналогично метод упрощения конструктивной формы в проектировании является средством обеспечения процесса совершенствования ИСС (наряду с другими методами), т.е. обеспечивает результат последующих стадий или более высоких уровней их развития в каких-либо отношениях. С другой стороны, ИСС в процессе развития могут иметь усложнение конструктивных форм в иных (относительно упрощенных) отношениях. То есть достигаемое методом *упрощения* преобразование соотносится одновременно с противоположным методом *усложнения* конструктивной формы (также в тенденциях, возможностях). При этом единый метод *упрощения–усложнения* может относиться не только к собственно конструктивной форме, но и к любым другим проявлениям качественно-количественного состава и формо-содержательного выражения ИСС как АКТС. Этот метод также является методом разнотамняемости.

*Концентрация* материала как принцип представлялся конструктивным средством отмежевания сборного направления индустриализации от монолитного. Как уже отмечалось и более детально (рис. 3.3.1), концентрации материала соответствуют, например, в производственных зданиях преимущественно каркасные конструктивные схемы, а противоположному направлению – *рассредоточению* материала – стеновые или диафрагмовые схемы в массовых жилых зданиях. Значит, принципиально два принципа сосуществуют в ИСС, образуя единый метод *концентрации–рассредоточения* (или *распределения*) материала, наглядно проявляющийся в комбинированных конструктивных схемах – неполнокаркасных и др.

Стереотипно индустриализованное строительство представляется взаимосвязанной с последовательным укрупнением конструкций серийного производства, начиная от мелкоштучных изделий (преимущественно, различного вида кирпича). Однако на наиболее крупноразмерные элементы – объемные блоки – как «конечную» стадию укрупнения можно смотреть также и как на «начальную» стадию дробления ИСС, т. е. процесс *членения* последних происходит в противоположных направлениях. Таким образом, методу *укрупнения* противостоит метод *дробления*, которые совместно образуют единый метод разноточности метод *укрупнения–дробления*. Этот метод, естественно, может распространяться не только на геометрические, но и на другие характеристики элементов (несущую способность, теплотехнические свойства и проч.), подсистем и систем.

Можно обобщить, что отмеченные диалектические методы разноточности находятся в единстве, существуют одновременно и совместно, на различных стадиях (этапах, уровнях) развития в АКТС как ИСС.

Исследование большого массива АКТ-решений мирового патентного фонда, имеющих признаки заменяемости и модульности элементов и систем, дали возможность выявления других методов, характеризующихся единством противоположных направлений и использующихся в зависимости от предъявляемых к элементам и системам совокупностей технических условий, эксплуатационных требований, функциональных задач и т.д. Например, *сборные–разборные, стационарные–мобильные, постоянные–временные* ИСС и т.д.

Возможное многообразие методов образования различий (равно как и тождеств) в ИСС из сборных элементов представлено законом многообразия ИСС (раздел 4.3) в обобщенном едином методе *агрегатирования–конгломерирования*, который реализуется в любых значимых при проектировании и конструировании характеристиках (архи-

тектурно-эстетических, инженерно-строительных, функционально-технологических, эксплуатационно-технических, социально-экономических и др.) в *экзогенном–эндогенном* (т.е. «внешнем–внутреннем») направлениях развития.

Диалектический подход к заменяемости модульных элементов в ИСС позволяет эффективнее решать рассматриваемую основную научно-техническую проблему в аспекте противоположных *преимств–обновляющихся* подсистем: *Каталога–Номенклатуры*. Систематизация же методов (способов, приемов и т.п.) разнозаменяемости представляется действенным арсеналом АКТ-средств получения многообразия ИСС при одновременном *увеличении–сокращении* номенклатуры сборных изделий, как для отдельных зданий и сооружений, так и в целом в отрасли строительства. При этом под сокращение номенклатуры не следует понимать буквально как уменьшение количества типов и типоразмеров изделий, обедняющего разнообразие зданий и сооружений.

Напротив, как наиболее разнообразнее и эффективнее использовать строительные изделия (конструкции, детали, материалы) в тенденции возрастания их ассортимента при сопоставлении в «прочих равных условиях» показано на примерах диверсификации действующей номенклатуры типовых конструкций в разделах 5.1—5.4 с получением положительного технико-экономического эффекта в разделе 5.5. Более того, в частности, «резательная» технология увеличивает число марок по типоразмеру сборных изделий, что существенно не снижает, однако, производительности предприятия, поскольку наиболее трудоемким является тип изделия как самый устойчивый к видоизменениям, который при этом не изменяется (см. раздел 1.2, с. 59).

\*\*\*

Проведено логико-семантическое описание методов разнозаменяемости как наиболее эффективной составляющей образования различий в ИСС и их элементов. За существенный признак логического деления объема понятий взяты атрибутивные свойства взаимо-, разно-, амбизаменяемости сборных элементов, находящиеся в основе предложенной систематизации форм разнозаменяемости: формальной, неформальной (вместе – номинальной) и неноминальной.

Совокупность методов разнозаменяемости по ее формам в их взаимосвязи отражают единство цели АКТ-проектирования и конструирования по обеспечению разнообразия (и однообразия) сборных и других ИСС при промышленном (стационарном и мобильном) произ-

водстве строительных конструкций и других изделий с различными объемами и разного уровня от автоматизированного индустриализированного серийного производства до кустарного и уникального. Последнее – конечный результат возрастающего отступления от формальных оснований взаимо-, разно-, амбизаменяемости, регламентированных техническими условиями производства обобщенно модульных ИСС, которые заключены в структуру диалектического квадрата заменяемости.

## **Выводы по главе**

1. Выведен частный закон многообразия сборных ИСС, который является результатом логико-методологической экспликации стандартно-нормативных основ типового архитектурно-строительного проектирования в полносборном направлении индустриализированного строительства. Согласно этому закону стандартная МКРС с укрупненными геометрическими параметрами является одним из направлений недостаточно эффективного решения проблемы повышения многообразия ИСС и снижения номенклатуры изделий серийного производства. Альтернативой полносборным ИСС на основе стандартной МКРС со взаимозаменяемыми элементами могут быть ИСС на основе ОМКС с разнозаменяемыми элементами, имеющими дополнительно обобщенно-модульные укрупненно-дробные параметры. Это – эвентуальный следующий этап (стадия, уровень) типового АКТ-проектирования.

2. Область наиболее эффективного действия закона в строительстве – производства, обеспечивающие потребность в комплексах полносборных (преимущественно, мобильных, в частности, сборно-разборных) ИСС различного назначения, близкие по уровню развития к высокомеханизированному или автоматизированному.

3. В решении проблемы «однообразия и многономенклатурности» ИСС и изделий для них существенное место имеют альтернативные полносборным ИСС: мелкоштучная, монолитная и комбинированные – сборно-монолитная, сборно-мелкоштучная, мелкоштучно-монолитная и другие направления разного уровня индустриализированного строительства. Каждому классу ИСС свойственны целесообразные области применения и объемы производства в конкретных условиях. Исключение каких-либо из них актуализирует проблему «однообразия систем и многономенклатурности элементов» в строительстве.

4. Острота проблемы полносборного строительства существенно снимается соответствующей этому классу ИСС «резательной» технологией производства сборных элементов с укрупненно-дробными

геометрическим параметрами, ранее не получившей в стране развития на основе «гибкой» технологии из-за ориентации на максимальное укрупнение габаритных модульных параметров.

5. Типовое проектирование на экспликационной методологии увеличивает многообразие полносборных и других ИСС как «индивидуальных» строительных систем на базе серийного производства строительных изделий; «индивидуализации» сборных и других ИСС способствуют методы разнотипности.

6. Систематизация методов и форм типности элементов в ИСС имеет единое начало и общую цель, отражает принадлежность к разным сферам деятельности (архитектурной, строительной, технологической) одной области науки и техники; является существенной составляющей методологии ИСС, более адекватно отражающей эволюционный следующий этап индустриализированного строительства с использованием «гибкой» и «резательной» номенклатуры сборных изделий и в сочетании их с монолитными и мелкоштучными элементами.

## **5. ВЕРИФИКАЦИЯ ОБОБЩЕННЫХ ТЕОРИЙ ЗАМЕНЯЕМОСТИ И МОДУЛЬНОСТИ В РЕШЕНИЯХ ЧАСТНЫХ ПРОБЛЕМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

---

### **5.1. Формальная разнотипность**

**Проблема несовершенства сборно-разборных зданий.** К мобильным зданиям данного типа предъявляются следующие требования, обеспечиваемые приведенными далее АКТ-решениями:

- транспортабельность с учетом габаритных параметров дорог,
- высокая заводская готовность монтажных элементов,
- простота и надежность многократного соединения–разъединения,
- оборачиваемость конструкций (и крепежных деталей) без ухудшения эксплуатационных качеств,
- исключение зыбкости зданий в проектном положении,
- повышение устойчивости зданий при использовании его с подвижным грузоподъемным оборудованием.

Транспортабельность и высокую заводскую готовность сборно-разборных зданий обеспечивают выполнением их из унифицированных типовых секций (УТС) в виде пакетов с собственными габаритными размерами, отвечающими габаритным размерам автомобильных и железных дорог. Из транспортного положения УТС-пакеты трансформируют в проектное положение в необходимом для здания качественно-количественном составе (заданной формы, размеров пролета, высоты и др.) И формо-содержательном выражении (утепленные или «холодные», с окном или с дверью и т.п.) [34, 136]. УТС-пакетами, приведенными на рис. 5.1.1 и 5.1.2, обеспечивается простота и надежность многократной сборки–разборки несущих и ограждающих (а также совмещенных и раздельных) конструкций за счет их шарнирного сочленения, при этом сборно-разборные здания имеют необходимую статическую устойчивость и жесткость узлов.

В сравнении с прототипом (пат. 1343436 Великобритании, 1974) данными решениями было уменьшено количество шарниров с 9-ти до 6-ти [Г.8], а затем до 3-х [Г.4]. Относительно других (отечественных) аналогов были исключены резьбовые соединения с болтами из высоко-



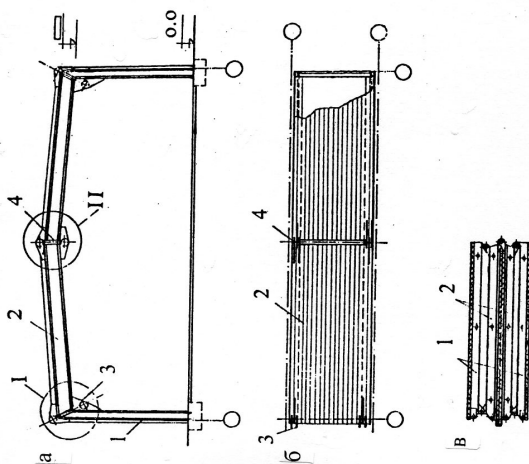


Рис. 5.1.1 — Унифицированная секция-пакет сборно-разборного здания с двухшарнирными узлами  
а — поперечный разрез, проектное положение; б — то же, план; в — транспортное состояние (в пакете): 1 — стеновая панель; 2 — плита покрытия; 3 — карнизный узел; 4 — то же, коньковый; узлы I, II см. на рис. 5.1.7

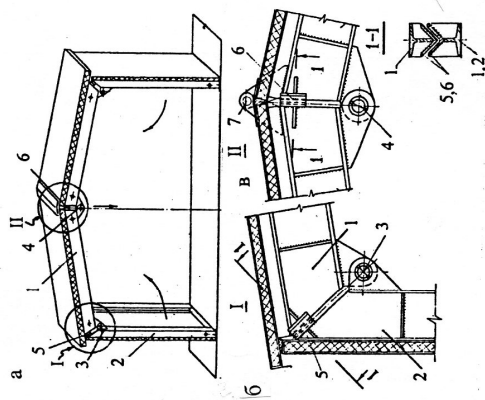


Рис. 5.1.2 — Унифицированная секция-пакет сборно-разборного здания с шарнирно-буферными узлами  
а — проектное положение; б — карнизный узел; в — то же, коньковый; 1 — плита покрытия; 2 — стеновая панель; 3, 4 — шарниры в карнизном и коньковом узлах; 5, 6 — буферные упоры, там же; 7 — монтажный шарнир

прочных стале, а также подкосы с форкопфами (изменяемыми по длине составными затяжками с левой и правой резьбой) в узлах или другие сложные устройства.

Зыбкость УТС, возникающая из-за люфтов в шарнирах, можно устранить выдвигной базой (рис. 5.1.3) [Г.6] или катучей опорой стойки [Г.5]. Повышение устойчивости зданий из УТС обеспечивается наклонным расположением рам секций и стыковкой в узлах распорок смежных секций (рис. 5.1.4) [Г.32]; угол наклона стоек и ригелей в плоскости развертки секций разный в зависимости от их высоты и пролета для получения одинаковых пролетов между точками крепления монорельсов.

Усовершенствование конструкции сборно-разборных зданий из УТС со взаимозаменяемыми элементами [В.1] послужило предпосылкой для проектирования зданий нового типа с разнозаменяемыми элементами [В.3] согласно теории обобщенной заменяемости. В дальнейшем новыми конструкциями были решены взаимосвязанные проблемы дефицита оборачиваемости зданий и многономенклатурности их элементов.

**Решение проблемы дефицита оборачиваемости** сборно-разборных зданий с *научно-теоретической стороны* заключается в том, что комплекс (макросистема) временных зданий различного технологического назначения образуют агрегатированием и конгломерированием из составных конструктивных структур (подсистем) с разнозаменяемыми элементами.

Состав зданий в комплексе определяется технологическим процессом производства. Конкретные по назначению здания комплектуют из укрупненных сборочных единиц (отправочных марок) – универсальных секций-пакетов (УСП), состоящих из составных конструкций (стенных панелей и плит покрытия) и отдельных элементов (несущих каркасов панелей и плит, наружных и внутренних ограждений). Они образуют номенклатуру комплектующих изделий заданного числа типов и типоразмеров.

Количество экземпляров (объем серийных партий) изделий одного типа и типоразмера принятой номенклатуры определяется, исходя из потребного числа зданий конкретного назначения, их характеристик по техническим условиям, с учетом срока эксплуатации на одном месте, передислокаций в комбинированном и рекомбинированном составах.

*Архитектурно-конструктивная сторона* решения состоит в применении разнозаменяемых УСП в составе шарнирно сочлененных в коньке двух плит покрытия и шарнирно подвешенных к их свободным

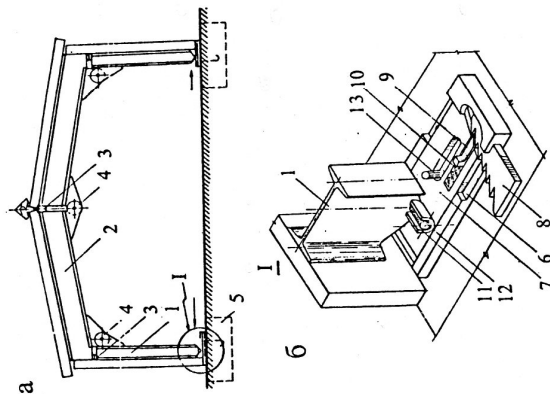


Рис. 5.1.3 – Секция сборно-разборного здания с выдвигающей базой

а – поперечный разрез; б – выдвигающая база; 1 – стенная панель; 2 – плита покрытия; 3 – буферные упоры; 4 – шарнирные соединения; 5 – фундамент с выдвигающей базой; 6 – башмак; 7 – ползун; 8 – клин; 9 – фиксатор; 10 – пружина; 11 – пята; 12 – ось; 13 – анкер

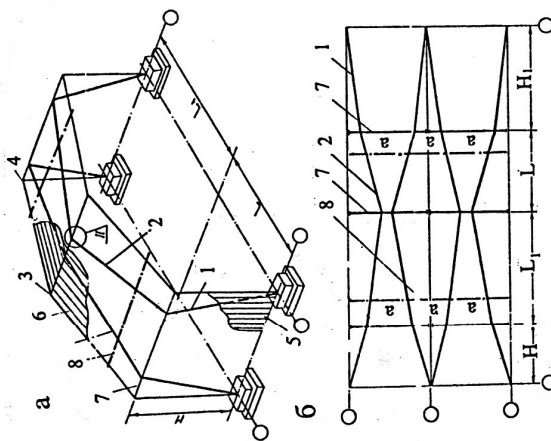


Рис. 5.1.4 – Секция сборно-разборного здания повышенной жесткости и устойчивости

а – общий вид; б – план в развертке (панель-плита-панель); 1 – стойка рамы; 2 – ригель рамы; 3, 4 – коньковый и карнизный шарниры; 5 – ограждение стеновой панели; 6 – то же, плиты покрытия; 7 – распорки; 8 – подкрановый путь (монорельс)

концам в карнизных узлах двух стеновых панелей. Плиты и панели имеют различные геометрические (высоту панелей и длину плит), эксплуатационные (вид ограждения, используемый строительный материал), технологические (панели глухие, с проемами) и функциональные (частично или полностью заменяемые) характеристики; ширина панелей и плит одинаковая.

Стыкуемые части заменяемых конструкций и элементов унифицированы и типизированы с обеспечением сопряженности их в процессе сборки и замены в требуемом составе при агрегатировании УСПи конгломерировании панелей и плит из заранее предусмотренных комплектов. Узлы сопряжения выполнены в виде разъемных шарниров.

Несущие элементы стеновых панелей и плит покрытия изготовлены в виде стальных каркасов (подрамников) трех типоразмеров: для панелей – высотой  $h_1$ ,  $h_2$ ,  $h_3$  (соответственно 30м, 42м, 60м), для плит – длиной  $l_1$ ,  $l_2$ ,  $l_3$  (30м, 45м, 60м). Каркасы предусмотрены четырех типов: для глухих панелей, панелей с окном, с дверью или с технологическим проемом (под канаты лебедок и др.) Требуемых размеров. Материал каркаса – горячекатаная и/или холодногнутая сталь по стандартным сортаментам.

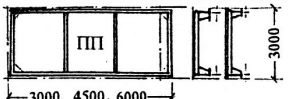
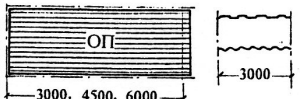
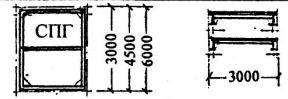
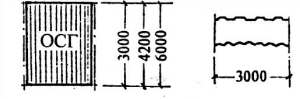
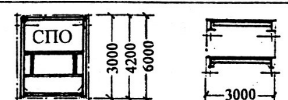
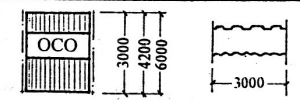
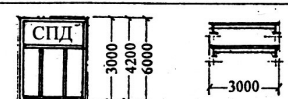
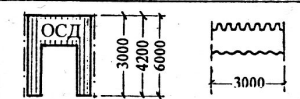
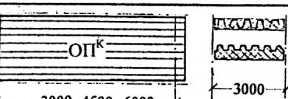
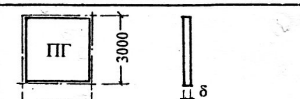
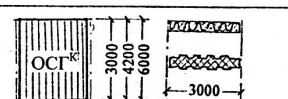
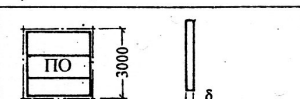
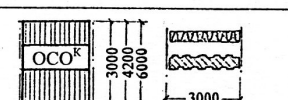
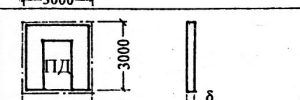
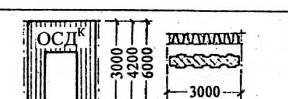
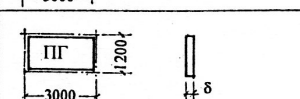
Ограждающие наружные элементы для каркасов стеновых панелей и плит покрытия выполнены из волнистой или гофрированной стали, ДВП и ДСП с защитными покрытиями. Они имеют 2 типа по 3 типоразмера соответственно номенклатуре несущих конструкций панелей и плит. Утепляющие внутренние элементы изготовлены из минераловатных матов в деревянной обвязке с обшивкой из ДВП. Типоразмеры утепляющих элементов по длине составляют 12М, 15М, 30М. Предусмотрены совмещенные наружные конструкции – панели типа «сэндвич».

Все разнозаменяемые элементы имеют одинаковую номинальную ширину  $B$ , равную 30М, соответствующую транспортным габаритам. Номенклатура разнозаменяемых элементов для УСП приведена в табл. 5.1.1.

Таким образом, для возведения комплекса зданий при 2-х разноименных типах 12-ти типоразмеров несущих конструкций (каркасов панелей и плит), в том числе 3-х одноименных типах панелей 9-ти типоразмеров, 1-ом типе 4-х типоразмеров внутренних ограждений было получено 18 типоразмеров панелей. Получалось усп 126 типов (с окнами, с дверьми, с глухими стенами или с технологическими проемами), или 252 типа для отопляемых и холодных зданий, или 270 типов с уче-

том зданий без стеновых ограждений (навесов) любой длины, кратной 30 М.

Таблица 5.1.1 – Номенклатура (комплект) разнозаменимых элементов УСП

а) несущие	б) ограждающие
	
	
	
	
в) теплоизоляционные	г) комбинированные
	
	
	
	

Примечание. Обозначения элементов приведены в тексте.

Согласно положениям принципа заменяемости при разнозаменяемых панелях и плитах полной заводской готовности с постоянными (несъемными) креплениями наружных и внутренних ограждений номенклатура изделий в конструкции сборно-разборных зданий обеспечивает *внешнюю и неполную разнозаменяемость*.

Навешиваемые наружные ограждения панелей и плит с разъемными узлами увеличивают функциональные возможности сборно-разборных зданий из УСП и охватывают более широкий диапазон технологических потребностей во временных зданиях различного назначения. Разнозаменяемость изделий такой номенклатуры становится *внутренней и полной*, поскольку она позволяет дополнительно конгломерировать (а не только агрегатировать) каждую составную конструкцию (панели и плиты как подсистемы), изменяя ее свойства. При этом каждая универсальная по функциональным возможностям своего изменения УСП становится также многофункциональной по разнообразию технологического применения.

Возможна разбивка той или иной группы или партии элементов по признаку сопряженности, тогда разнозаменяемость становится *групповой*. Разнозаменяемые элементы какой-либо партии одного типа и типоразмера являются одновременно взаимозаменяемыми между собой «внутри» этой партии, а элементы предусмотренной номенклатуры в целом (всех серийных партий) – амбизаменяемыми.

Все элементы сборно-разборных конструкций сопрягаются в секции, поэтому их разнозаменяемость – *общая*. Например, при модификации секций, выполненных из холодногнутых профилей, несущие элементы могут быть разнозаменяемыми с предыдущим решением каркасов, выполненных из горячекатаных профилей при обеспечении условия сопряженности их стыкуемых узлов. В таком случае увеличивается конструктивно-функциональная «гибкость» сборно-разборных зданий [В.3].

*Конструктивно-функциональная сторона* решения проблемы дефицита оборачиваемости применительно к УСП реализуется методом комбинаторики как методом разнозаменяемости [Г.3, 11].

Практическое решение проблемы связано с *организационно-производственной стороной*, заключающейся, во-первых, в серийном производстве разнозаменяемых изделий, во-вторых, в создании условий для сборки, разборки, замены, комплектации УСП, а также их хранения, ремонта и пополнения. Наиболее целесообразной организационно-производственной формой при дефиците оборачиваемости инвентарных зданий представляются прокатные базы, оснащенные необходи-

мым подъемно-транспортным, погрузочно-разгрузочным, поисково-информационным и ремонтно-восстановительным оборудованием [В.2, 4].

Здания из УСП были невыгодны отдельным потребителям-владельцам из-за отсутствия их оборачиваемости на предприятиях. При дефиците оборачиваемости производство инвентарных зданий экономически нецелесообразно из-за малосерийного производства элементов. Для прокатных же баз-владельцев они выгодны благодаря многократной оборачиваемости заменяемых изделий в сборно-разборных зданиях, необходимых многим предприятиям-потребителям.

Устранение дефицита оборачиваемости достигается не только за счет многократного использования (с передислокацией) сборно-разборных зданий в целом (комплектной поставки) и даже не только в связи с многократностью использования УСП как структурных частей этих зданий. Дефицит оборачиваемости устраняется за счет многократного использования конструкций, являющихся составными (разъемными, укрупненными), разбираемыми на элементы и вновь собираемыми с необходимым уровнем укрупнения и дробления составных конструкций. В их разном комплектном составе совмещаются и разделяются функции, необходимые для зданий различного назначения.

При разборке УСП освободившихся зданий получают разнозаменяемые элементы, из которых в совокупности с другими элементами (также освободившимися, имеющимися на прокатной базе в качестве обменного фонда и дополнительно поступившими с заводов-изготовителей) образуют другие типы и типоразмеры УСП необходимого состава для зданий с техническими характеристиками, нужными другим потребителям, в том числе, из смежных отраслей производства и соседних регионов.

Наконец, *научно-практическая сторона* решения состоит в реализации обобщенной теории заменяемости [В.5, 10, 12 и др.] как составной части методологии проектирования и конструирования ИСС – мобильных сборно-разборного типа. Согласно этой теории применены диалектические методы разнозаменяемости: *агрегатирования–конгломерирования*, а также *укрупнения–дробления* и *объединения–разделения* [В.24].

Метод укрупнения–дробления заключается в том, что временные здания разрезаны на части по поперечному сечению, образуя УСП с определенным шагом, а каждая УСП, в свою очередь, расчленена на панели и плиты с шарнирами для соединения между собой в пакет. Здания образуют укрупнительной сборкой нескольких УСП после их трансформации из пакета в проектное положение. Кроме того, панели и плиты УСП выполнены также составными из несущих и ограждающих элементов.

Метод объединения–разделения состоит в том, что УСП как комплексная конструкция, включающая несущие и ограждающие эле-

менты, совмещает или разделяет различные АКТ-функции. Навешиваемая на каркас панель или плита, выполненная, например, из керамзитобетона, совмещает изолирующие, ограждающие и утепляющие функции. Функционирование такого элемента интегрировано. И, наоборот, возможно дифференцированное выполнение отмеченных и других функций (пароизоляционных, защитных, декоративных, санитарно-гигиенических и т.д.). Разделение функций осуществляется конструктивно через цельные элементы и соотносится с дифференциацией работы их в совокупности комплексных конструкций, в отдельных УСП и в зданиях в целом.

Объединение соотносится с конгломерированием элементов (неделимых) в какие-либо составные конструкции или с агрегатированием элементов и составных конструкций в более сложные АКТС. Так, УТС из взаимозаменяемых элементов представляют собой агрегатированные системы, а УСП из разнозаменяемых элементов – дополнительно и конгломерированные.

В решении проблемы дефицита оборачиваемости сборно-разборных зданий, а также проблемы многономенклатурности изделий (оно приведено ниже) обеспечено единство противоположных приемов *совмещения–разделения* (одновременно в одной совокупности серийных партий разного типа изделий).

Приемы конструирования элементов и ИСС в решении рассматриваемой основной проблемы взаимосвязаны с их качественно-количественным составом и формо-содержательным выражением. При реализации через геометрическую форму они соотносятся с *укрупнением–дроблением* элементов и систем, но оно может выражаться и через другие свойства (например, укрупнение–дробление несущей способности).

Применяемые методы разнозаменяемости дают одновременно противоположные частные результаты. Совмещение функций ведет к уменьшению количества заменяемых изделий. Например, вместо трех элементов – несущего, ограждающего и утепляющего – достаточно одного цельного элемента, заменяющего все перечисленные элементы по выполняемым функциям. Значит, совмещение (и укрупнение) – *скрытая форма разнозаменяемости*. Однако, образуемая этим приемом конструкция, специализирует ее по назначению (хотя она является в определенном смысле универсальной) и в комплексе зданий в конечном итоге увеличивает номенклатуру, поскольку снижает варианты свойства.

Разделение (и дробление) – *явные формы разнозаменяемости*. Их реализация увеличивает номенклатуру элементов, например, когда одну конструкцию, выполняющие три указанные функции, наоборот,



заменить тремя элементами – несущим, ограждающим и утепляющим. Однако разделение функций при последующем объединении разных элементов между собой обеспечивает универсальность конструкций (хотя элементы специализированы). В конечном итоге при эквивалентном сопоставлении за счет рекомбинаторных преобразований и множества получаемых вариантов обеспечивается сокращение номенклатуры.

Получается, что совмещение функций и укрупнение конструкций, а также разделение функций и дробление конструкций, с одной стороны, являются методами противоположными по своей цели и достигаемому результату. Но противоположности сходятся в тенденциях конструктивно-функционального проявления, а именно, *специализации—универсализации*, а также *увеличения—уменьшения* исходной и конечной номенклатуры.

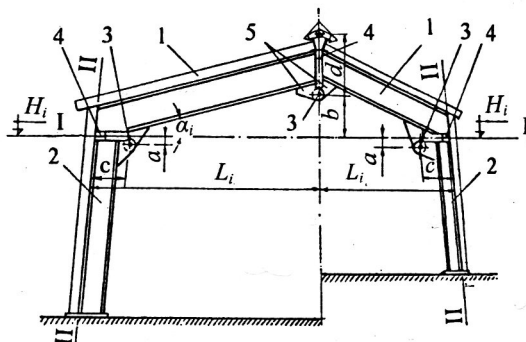
Области целесообразного использования методов разнообразности определяются, исходя из конкретных условий и целей конструкторских задач. Поскольку частные методы укрупнения–дробления конструкций и совмещения–разделения их функций взаимосвязаны (как форма и содержание), то они представляются частью общих *методов агрегатирования–конгломерирования*. [В.24].

Итак, устранение дефицита оборачиваемости комплекса инвентарных зданий получено на основе обобщенной заменяемости сборных элементов серийного производства и разработанных методов разнообразности. Связанная с этой и частично решенная другая проблема – многономенклатурности элементов сборно-разборных зданий – может иметь дополнительное решение на этой же основе.

**Решение проблемы многономенклатурности: внешняя разнообразность.** Секция сборно-разборного здания (рис. 5.1.5) содержит ограждающие элементы: заменяемые стеновые панели и заменяемые плиты покрытий, соединяемые между собой шарнирами и буферными упорами.

Шарниры образованы на разноразмерных косынках, обеспечивающих постоянное положение центров отверстий, которые в них сделаны, относительно плоскостей привязок шарниров. Это достигается переменными размерами и необходимой конфигурацией косынок при изменении размеров поперечных сечений стоек панелей разной высоты и ригелей плит разной длины, а также угла ( $\alpha$ ) наклона этих стоек и ригелей.

Конструкции изготовлены с различными геометрическими характеристиками (пролетом, высотой, поперечным сечением несущих элементов) и функциональными особенностями (утепленными, холод-



**Рис. 5.1.5 – Универсальная секция-пакет (УСП) сборно-разборного здания с внешней разноразмерностью конструктивных элементов**

1, 2 – соответственно разноразмерные плиты покрытий и стеновые панели; 3 – шарнирные разборные соединения; 4 – буферные упоры; 5 – разноразмерные косынки; I—I, II—II – плоскости привязки шарнирных соединений;  $a, b, c$  – постоянные параметры внешней привязки;  $L_i, H_i, \alpha_i$  – переменные параметры

ными, глухими, с проемами). При сборке или комплектовании (агрегатировании) секции совмещают отверстия разноразмерных косынок соединяемых между собой плит и панелей, выполняют осевые шарнирные соединения и укладывают собранную секцию в пакет. Монтаж секции производят путем трансформации пакета в проектное положение и установки секции на фундаменты.

Для образования инвентарного здания определенного объемно-планировочного решения и технологического назначения из комплектов разноразмерных изделий подбирают плиты и панели соответствующих геометрических параметров, а также архитектурных, конструктивных и технологических особенностей. При потребности в здании иного объемно-планировочного решения или технологического назначения производят разборку секций-пакетов на отдельные конструкции и детали, подбор других конструкций и деталей необходимых размеров и назначения из имеющейся номенклатуры разноразмерных изделий и сборку новых секций-пакетов, т.е. осуществляют рекомбинацию элементов [Г.3]. Это в УСП представляет собой *внешнюю разноразмерность*.

На основе анализа типовых проектов временных зданий стационарного типа, их технологических схем, определяющих объемно-планировочные и архитектурно-конструктивные решения зданий, с учетом правил МКРС разработаны требуемые габаритные схемы сборно-

разборных зданий. Наложением габаритных схем УСП была получена совмещенная габаритная схема (рис. 5.1.6), ставшаяся «подосновой» разработки конструкций УСП с разнозамеяемыми элементами.

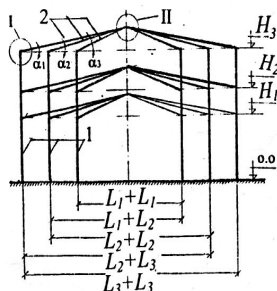


Рис. 5.1.6 – Совмещенная габаритная схема УСП с разнозамеяемыми элементами

1 – стеновые панели разных типов и типоразмеров; 2 – то же, плиты покрытия; узлы I, II см. на рис. 5.1.7;  $L_i$ ,  $H_i$  – длина полуригеля, высота стойки

Совмещенные конструктивные схемы карнизного и конькового узлов, соответствующие совмещенной габаритной схеме УСП, показаны на рис. 5.1.7.

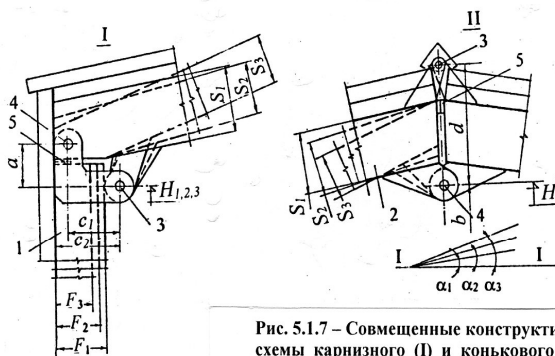
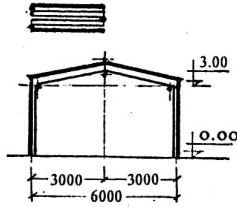
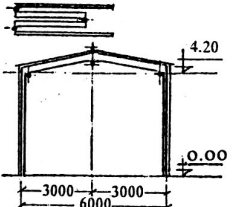
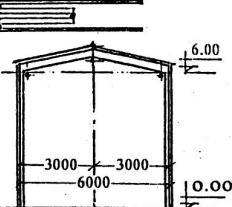
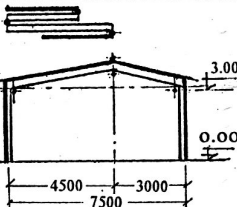
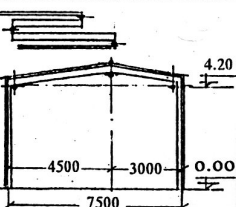
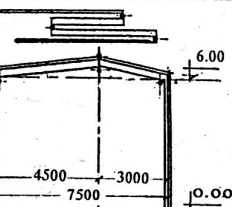
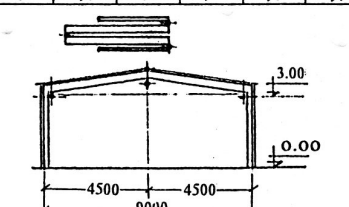
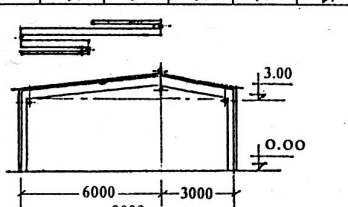


Рис. 5.1.7 – Совмещенные конструктивные схемы карнизного (I) и конькового (II) узлов УСП

1 – стойки стеновых панелей; 2 – ригели плит покрытия; 3, 4 – шарнирные соединения; 5 – буферные упоры (вариант);  $F_m$ ,  $S_n$  – высота сечения соответственно стоек и ригелей;  $\alpha_n$  – угол наклона ригелей к горизонтальной плоскости привязки I—I;  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$  – размеры привязки шарниров к плоскостям привязки

Типоразмеры стеновой панели глухого типа обозначены (Г), с окном (О), с дверью (Д). Номенклатура УСП с этими панелями приведена в табл. 5.1.2; приведены также схемы УСП в проектном и в транспортном положениях. Маркировка УСП включает типы стеновых панелей, например, ГО – одна глухая, другая с окном; ГГ – две глухие

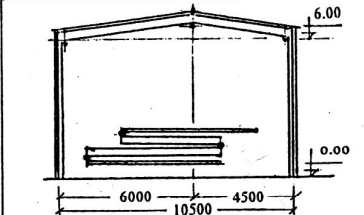
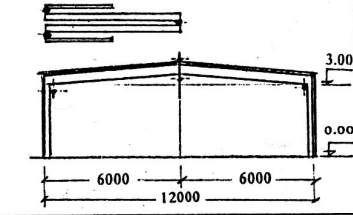
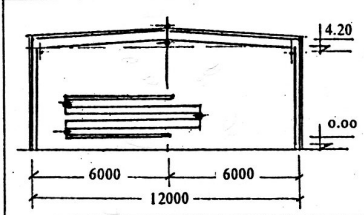
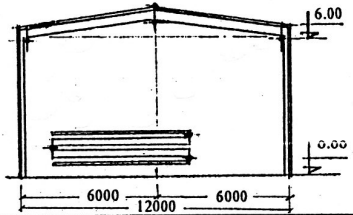
**Таблица 5.1.2 – Сводная ведомость универсальных секций-пакетов (УСП)  
из разнозаменимых элементов**

УСП 6х3						УСП 6х4,2						УСП 6х6					
УСПГТ	УСПОО	УСПГО	УСПГД	УСПДД	УСПОД	УСПГТ	УСПОО	УСПГО	УСПГД	УСПДД	УСПОД	УСПГТ	УСПОО	УСПГО	УСПГД	УСПДД	УСПОД
																	
УСП 7,5х3						УСП 7,5х4,2						УСП 7,5х6					
УСПГТ	УСПОО	УСПГО	УСПГД	УСПДД	УСПОД	УСПГТ	УСПОО	УСПГО	УСПГД	УСПДД	УСПОД	УСПГТ	УСПОО	УСПГО	УСПГД	УСПДД	УСПОД
																	
УСП 9х3						УСП 9х3											
УСПГТ	УСПОО	УСПГО	УСПГД	УСПДД	УСПОД	УСПГТ	УСПОО	УСПГО	УСПГД	УСПДД	УСПОД						
																	

Продолжение табл. 5.1.2

УСП 9х4,2							УСП 9х4,2						
УСПГ	УСПОО	УСПГО	УСПГД	УСПДД	УСПОД		УСПГ	УСПОО	УСПГО	УСПГД	УСПДД	УСПОД	
УСП 9х6							УСП 9х6						
УСПГ	УСПОО	УСПГО	УСПГД	УСПДД	УСПОД		УСПГ	УСПОО	УСПГО	УСПГД	УСПДД	УСПОД	
УСП 10,5х3							УСП 10,5х4 2						
УСПГ	УСПОО	УСПГО	УСПГД	УСПДД	УСПОД		УСПГ	УСПОО	УСПГО	УСПГД	УСПДД	УСПОД	

Продолжение табл. 5.1.2

УСП 10,5х6,0						УСП 12х3					
УСПГТ	УСПОО	УСПГО	УСПГД	УСПДД	УСПОД	УСПГТ	УСПОО	УСПГО	УСПГД	УСПДД	УСПОД
											
УСП 12 х4,2						УСП 12х6					
УСПГТ	УСПОО	УСПГО	УСПГД	УСПДД	УСПОД	УСПГТ	УСПОО	УСПГО	УСПГД	УСПДД	УСПОД
											

панели; ОД – одна с окном, другая с дверью и т.д. Типоразмер панели с окном может быть унифицирован с типоразмером панели, имеющим технологический проем, т.е. в проем панели может быть вставлен оконный блок или ограждение для пропуска каната [Г.9, 10, 29].

Анализ объемно-планировочных параметров временных зданий показал, что наибольшую повторяемость использования имеют пролеты от 6 до 12 м, а высоты – от 3 до 6 м. В этих пределах разнозаменимые элементы образуют группу, охватывающую необходимый диапазон технологических потребностей и в то же время согласующуюся с транспортными габаритными схемами (в виде пакетов) с минимальным перерасходом стали при унификации геометрических параметров секций.

С увеличением диапазона габаритных размеров увеличивается перерасход стали из-за разнозаменимости элементов, применяемых для УСП разных типоразмеров. Поэтому необходимые в производственных процессах здания больших пролетов и высот целесообразно объединить в другую группу (например, с пролетами 15—21 м и высотой 4,2—7,2 м). При таком разграничении габаритных схем зданий

реализуется *групповая разноразмерность*, т.е. замена различных элементов в пределах одной группы зданий по габаритным параметрам. Групповая разноразмерность может быть общей для комплексов ограждающих элементов, при этом они также должны соответствовать условию сопряженности в узлах. Тогда унификация и типизация разноразмерных элементов обеих групп будет *открытой* (в противном случае – *закрытой*).

Для комбинирования комплекса сборно-разборных зданий с различными величинами длины, пролета, строительного объема, полезной площади, освещенности, коммуникабельности с внешним пространством и т.д. используют 6 типоразмеров элементов. Из разноразмерных элементов могут быть образованы следующие размерно-подобные ряды: пролетов – 6,0; 7,5; 9,0; 10,5; 12,0 м; высот – 3,0; 4,2; 6,0 м. Основной типоразмерный ряд пролетов 6, 9 и 12 м соответствует правилам МКРС. Его получают соединением плит покрытия длиной соответственно 3; 4,5 и 6 м как 3+3; 4,5+4,5 и 6+6 м. Дополнительный ряд пролетов 7,5 и 10,5 м формально не соответствует правилам укрупнения по МКРС, хотя он кратен основному модулю  $M = 100$  мм, укрупненному модулю  $3M$  и отвечает требованию о недопущении необоснованных различий в размерных рядах при унификации.

Однако заложенный в конструкции УСП принцип разноразмерности позволяет теми же типоразмерами дополнить размерно-подобный ряд пролетов комбинацией плит 3+4,5 и 6+4,5 м. Это обеспечивает конструктивно-функциональную «гибкость» УСП, устраняет недостаток унификации по образованию излишков площади и объема зданий от укрупненных шагов. Пролет 9 м дополнительно агрегируется плитами 3+6 и 4,5+4,5 м, что повышает организационно-производственную «гибкость» УСП. Все дополнительные пролеты, обусловленные технологическими схемами, получают теми же изделиями, что и основные. Это дает экономию металла за счет исключения избыточных размеров зданий.

Согласно расчетам, проведенным по СНиП [204], перерасход проката колеблется от 0 при габаритной схеме и нагрузках, полностью соответствующих взятым конструкциям, до 20% при конструкциях наиболее несоответствующих расчетным схемам и нагрузкам. В среднем перерасход составляет 10% от массы каркаса и 5% от массы всей секции при учете веса наружных обшивок из гофрированного стального листа [В.3].

**Решение проблемы многономенклатурности: внутренняя разноразмерность.** Ограждающая конструкция, обеспечивающая изменение своих функциональных свойств, приведена на рис. 5.1.8.

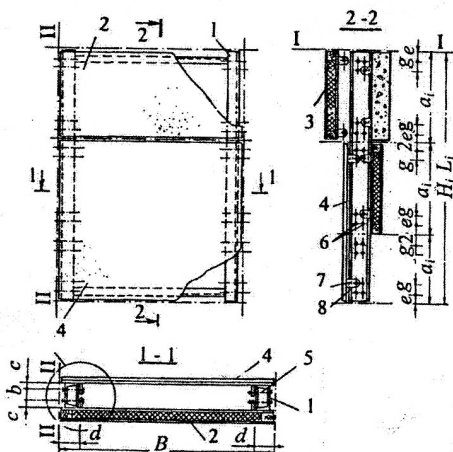


Рис. 5.1.8 – Ограждающая конструкция (панель, плита) УСП с внутренней разнотемпературной изоляцией элементов

1 – каркас, включающий стойки и полуригели; 2–4 – различные по материалу и конструкции ограждающие элементы; 5 – разъемные крепежные детали; 6 – отверстия в каркасе под крепежные детали; 7 – проушины; 8 – отверстия в проушинах;  
 $B, c, d, e, g$  – постоянные параметры;  $H_1, L_1, a, b$  – тоже, переменные

Панель ограждения УСП с разнотемпературными элементами состоит из каркаса, обшивок в виде ограждающих элементов и разъемных крепежных деталей. Каркас снабжен рядами отверстий, расположенных с шагом, кратным дробным величинам основного модуля  $M$ .

Ограждающие элементы имеют размеры, кратные размерам каркаса, т.е. на нем можно крепить один или несколько ограждающих элементов по высоте, закрывая всю плоскость панели и плиты или часть их плоскости. Они состоят из наружных и внутренних обшивок и утеплительных блоков, выполнены составными и содержат листы ДСП, ДВП с защитными и декоративными покрытиями, металлические сетки на подрамнике, стальные, асбестоцементные листы и т.п. (см. рис. 2.6.1). Они могут быть также цельными, например, в виде легкобетонных панелей или плит [Г.11].

Панели и плиты как комплексные конструкции УСП образуют путем конгломерирования несущих элементов каркаса этих панелей и плит с различными ограждающими элементами, прикрепляемыми посредством проушин с одной или с обеих сторон несущих элементов через совпадающие в них отверстия при помощи разъемных крепежных осей.

При изменении эксплуатационных требований в панелях и плитах разбирают детали крепления, снимают ненужные и навешивают необходимых элементы с одной, с другой или с обеих сторон каркаса, крепя их затем к каркасу теми же деталями. Ограждающие элементы панелей и плит являются составной частью УСП и входит в номенклатуру разнотемпературных изделий комплекса сборно-разборных зданий.



Рекомбинация элементов ограждения в панелях и плитах представляет собой *внутреннюю разнотипность* [В.12].

**Прием нетиповой привязки.** При проектировании сборно-разборных зданий имеется необходимость наряду с правилами МКРС применить привязку, не соответствующую стандарту. Вызвано это особенностями сочленения составных конструкций и элементов в УСП, а также рекомбинации сборочных единиц, неоднородных в различных отношениях.

Согласно условию внешней разнотипности и для ее обеспечения применяется *внешняя общая и локальная привязки*. В несущих конструкциях панелей и плит для сочленения их между собой использованы *постоянные и переменные параметры  $a, b, d, H_i$  относительно плоскости I—I и  $c, L_i$  относительно плоскости II—II* (рис. 5.1.5). Внутренняя разнотипность обеспечивается соответственно *внутренней общей и локальной привязками* ограждающих элементов к несущим. Они содержат также *постоянные и переменные параметры  $e, g, a_i$  относительно плоскости I—I и  $d, B$  относительно плоскости II—II* (рис. 5.1.8). Все внешние и внутренние, постоянные и переменные параметры привязок кратны основному или производным (дробным и укрупненным) модулям.

В проектной разработке УСП стойки стеновых панелей выполнены из двутавров номеров 14, 16 и 18, а ригели плит покрытий из двутавров 18, 22 и 24 с разнесением их полок путем смещения по зигзагообразному разрезу относительно нейтральной оси (известный в проектировании строительных металлоконструкций прием [220]) до 240, 280 и 320 мм соответственно. Приведенные данные получены расчетами рам на прочность и устойчивость, а их ригелей на прочность и жесткость (прогиб) применительно ко II—III строительного-климатического районам, в частности, для Донецкого угольного бассейна.

Правила привязки, таким образом, приняты нетиповые; они направлены на координацию внутренних и наружных узлов сопряжения, т.е. образуют совокупность *конвенционных значений координат в совмещенном* объемно-планировочном пространстве комплекса зданий. Характерным в данных приемах является необходимость в совокупности значений привязок, взаимосвязанных между собой и представляющих *упорядоченную систему привязок* (как требует стандартное определение МКРС). В проектной разработке величины *внутренних локальных привязок* (параметры  $a, c$ ) должны были обеспечить координацию сопрягаемых узлов в диапазоне от 73/2 мм до 125/2 мм без учета конструктивного зазора; здесь: числитель – ширина полок двутавров стоек и ригелей крайних номеров.

Таким образом, функционирование сборно-разборных зданий из

разнозаменяемых изделий обусловлено конкретной *системой конвенционных привязок*, т.к. групповая заменяемость должна быть подчинена общей заменяемости из условия геометрической сопряженности партий элементов между собой. Иначе отдельные их группы будут несовместимыми с номенклатурой заменяемых изделий в комплексе зданий, соответствуя *закрытой* системе типизации и унификации. Это – необходимое условие при модификации и модернизации комплекса зданий.

В системе привязок необходимо различать *конформные* и *нон-конформные параметры* к замыслу проектного решения. Например, при внешней разнозаменяемости, когда партия новых изделий не содержит составных элементов, внутренние общие и локальные параметры привязки должны быть конформными к имеющимся составным изделиям.

Универсализация УСП сборно-разборных зданий из разнозаменяемых элементов сходна с известными приемами, применяемыми в машиностроении [137, с.41]. Универсализация УСП в этом аспекте обеспечена:

- введением дополнительных деталей и конструктивных изменений – здесь: проушин в заменяемых элементах, отверстий в стойках и ригелях;
- приданием сменных элементов – комплектов наружных и внутренних ограждающих изделий, соответствующих каркасам типовых размеров;
- введением регулирования – конвенционных привязок;
- изменением главных показателей – унифицированных рядов размеров несущих и ограждающих элементов (пролета, высоты, ширины ограждений), а также функциональных отличий панелей (глухих, с окном и др.).

В аспекте конструирования разработанные здесь методы разнозаменяемости по аналогии с известными [137] можно, в частности, отнести к *методу базовых конструктивных систем*.

**Решение проблемы временных фундаментов под оборудование.** В дополнение к типологии фундаментов под технологическое оборудование добавим такие типы фундаментов: *анкерные*, воспринимающие выдерживающие (и сдвигающие) усилия от канатов подъемных машин и механизмов; *нестационарные* в отличие от *стационарных*, используемые временно, в частности *передвижные*, например, *сборно-разборные* [199].

Крупноблочные фундаменты, разработанные ВНИИОМПС [211, сс.82—87] под проходческие лебедки ЛП-500 и другие и авторские

конструкции «бесфундаментного» типа с заанкериванием рам под оборудование [Г.7] отражают соответственно принципы взаимо- и разнотазуемости.

При разработке фундаментов под оборудование использованы методы *инвертирования* и «*нестандартного*» применения типовых конструкций. Полученные решения при требуемой надежности обеспечивают оборачиваемость элементов, экономию материалов, сокращение сроков и упрощение возведения. Для фундаментов под оборудование с выдергивающими нагрузками требовалось дополнительное конструктивное совершенствование, в частности, применение анкерных свай [В.8; Г.17, 22, 23].

**Решение проблемы ограждения проемов под канаты в стенах зданий.** При строительстве и эксплуатации шахт для пропуска перемещающихся канатов подъемных машин и механизмов устраивают проемы. Авторские пионерные решения штор и других ограждений проемов [Г.9, 10, 29] являются конструкциями сборного или сборно-разборного типа.

Решения соответствуют формальной взаимо- и разнотазуемости (в зависимости от особенностей конструкций).

Защитные устройства улучшают условия труда операторов машин и механизмов, продление срока службы последних, повышение культуры производства.

В целом, уменьшение номенклатуры сборных элементов и обеспечение их оборачиваемости в комплексе инвентарных зданий, а также сборных элементов фундаментов под проходческое оборудование и других устройств подтверждают положения теории обобщенной заменяемости [В.16]. При их разработке использованы соответствующие методы и приемы обеспечения разнотазуемости (табл. 4.4.1).

**Решение проблемы негабаритности контейнерных мобильных зданий.** Проблема негабаритности мобильных зданий сборно-разборного типа решена выше путем сборки–разборки транспортательных структурных частей из заменяемых элементов.

Применительно к мобильным зданиям контейнерного и передвижного (совместно: контейнерного) типов решение такой же проблемы имеет ту особенность, что признак *конструктивной целостности* или *неделимости* является для них атрибутивным, иначе они по данному логико-понятийному основанию переходит в сборно-разборный тип. Для контейнерных зданий проблема негабаритности при увеличении их размеров может решаться также *методом трансформации* конструкций.

Согласно диалектическому квадрату заменяемости метод транс-

формации – средство удовлетворения одинаковыми системами разных требований, изменяющихся во время эксплуатации, по блоку признаков  $O$ , имеющих элементы с одинаковыми свойствами согласно блоку  $A$ . Это может обеспечиваться АКТ-соответствием по диагонали  $AO$  сходимости противоположностей. Следовательно, трансформация является одним из методов разнотрансформации, причем формальной, поскольку отсутствует предварительная доработка или подгонка элементов.

На основании проведенного историко-логического анализа развития мобильных зданий и сооружений, их АКТ-типологии (сборно-разборных, передвижных и контейнерных, последние два – контейнерный тип) и определения современного уровня техники, приведем их классификацию по признаку *стационарности–мобильности* (рис. 5.1.9).

Общим замыслом при совершенствовании конструкций мобильных зданий контейнерного типа является решение проблемы их негабаритности, т.е. обеспечение транспортабельности этих зданий при размерах, превышающих габаритные ограничения автомобильных и железных дорог. При этом ставятся дополнительные задачи по увеличению объема и площади зданий, адаптации их не только к габаритам дорог, но и к сезонно-климатическим условиям эксплуатации и др.

**Первое решение.** Многоячейковая складная секция, которая может быть отдельным зданием (рис. 5.1.10) или блокироваться с другими в объемно-планировочный комплекс. В транспортном положении секция представляет собой пятирядный пакет, а в рабочем – многоячейковое здание. Конструктивно-функциональные условия ее работоспособности:

$$L = bn + (\delta n - l), \quad b > c, \quad h + \delta > c, \quad (5.1.1)$$

где  $n$  – число шагов (помещений равной или кратной длины);

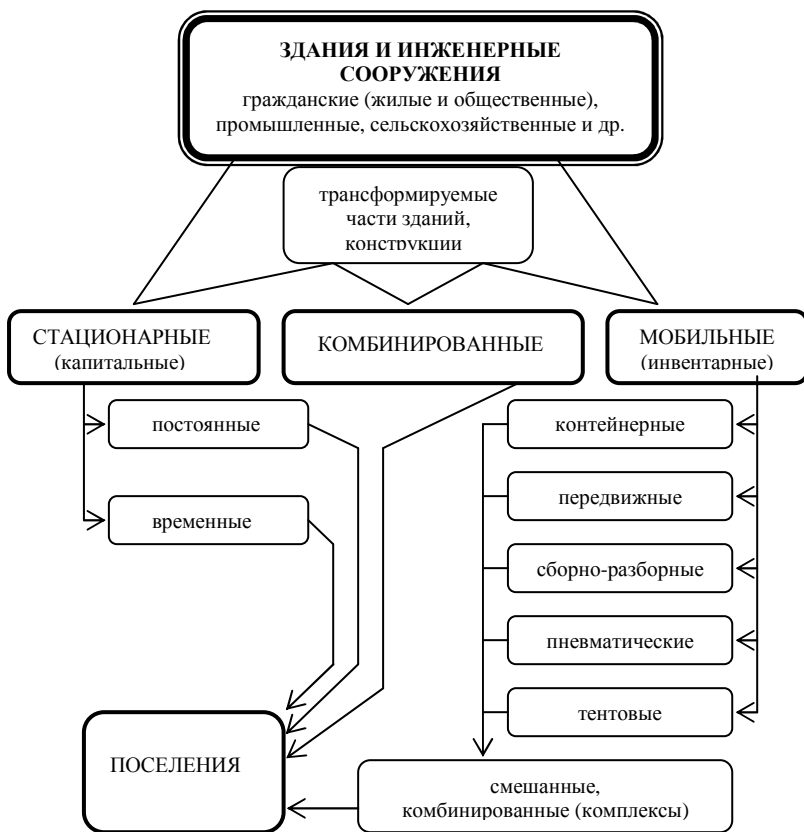
$\delta$  – толщина стен, перегородок;

$b, c$  – геометрические параметры объемного блока.

Складная секция образует передвижное здание, превышающее по ширине габаритную ширину дорог. Относительно аналогов решение упрощает конструкцию перекрытий за счет их цельности; уменьшается количество элементов, необходимое для сборки здания; обеспечивается компактность при транспортировке (относительно контейнерных блоков), позволяющая транспортировать одновременно несколько секций [Г.12].

Однако при необходимости установить в здании мебель или оборудование это можно сделать только при рабочем положении секции,

что требует их отдельной от здания транспортировки.



**Рис. 5.1.9 – Классификации зданий и сооружений (ИСС)  
по признаку стационарности–мобильности с учетом свойства трансформации**

Примечание. Стационарные здания, сооружения I, II, III класса долговечности, имеют сроки службы соответственно более 100, 50 и 20 лет. Временные здания, сооружения – от 5 до 20 лет; в модульном выражении: соответственно более  $1,0M_d$ ;  $0,5M_d$ ,  $0,2M_d$  и от  $0,05M_d$  до  $0,2M_d$ .

**Второе решение.** Контейнерное здание включает (рис. 5.1.11) жесткий корпус и откидные отсеки, расположенные по его боковым сторонам. Поперечные размеры корпуса и отсеков находятся в соотношениях:

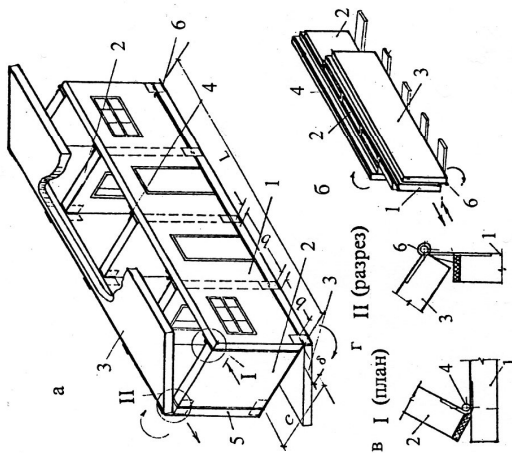


Рис. 5.1.10 – Многоячейковая складная секция здания

а – общий вид, проектное положение; б – то же, транспортное;  
в – соединение панелей продольных и поперечных (торцевых) стен; г – то же, продольных стен и перекрытий; 1, 5 – панели продольных стен; 2 – то же, торцевых и поперечных; 3 – плиты покрытия и пола; 4, 6 – шарниры; Г I – узлы

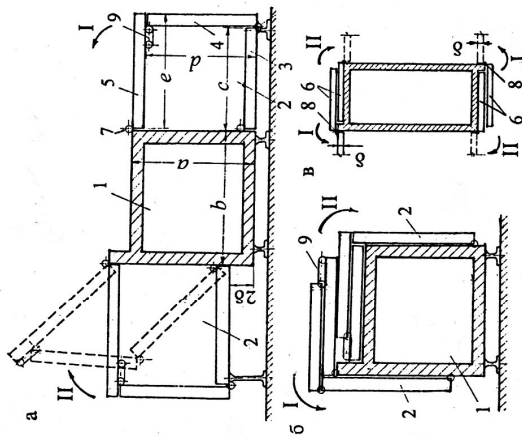


Рис. 5.1.11 – Контейнерное трансформируемое здание с боковыми отсеками

а – проектное положение, поперечный разрез; б – то же, транспортное; в – транспортное положение, план; Г – жесткий корпус; 2 – откидные отсеки; 3, 4, 5, 6 – нижняя, боковая, верхняя, торцевая панели; 7, 8 – шарниры; 9 – направляющие; Г I, Г II – последовательность укладки или раскладки

$$b = a + 2\delta; \quad c = a; \quad d = a - \delta; \quad e = a + \delta, \quad (5.1.2)$$

где  $a, b, c, d, \delta$  – параметры жесткого корпуса и откидных отсеков.

Контейнерное здание обеспечивает компактную укладку панелей отсеков при передислокации, позволяет оборудовать корпус мебелью, а при передислокации помещать мебель из откидных отсеков в этот корпус. Основной эффект – увеличение почти в три раза полезной площади и объема здания при соблюдении транспортных габаритов [Г.14].

Однако укладка стеновых панелей на крыше корпуса приводит к снижению габаритной высоты помещений; имеется также усложнение формы здания из-за полостей для компактной укладки панелей и, кроме того, ограничение в порядке трансформации отсеков (сначала снимается верхний отсек и т.д.).

**Третье решение.** Контейнерное здание с трансформируемыми отсеками (рис. 5.1.12) отличается от предыдущего расположением отсеков не по боковым сторонам, а в торцах жесткого корпуса. Поперечные размеры корпуса и отсеков должны находиться в соотношениях:

$$b = 2(a + \delta); \quad c = a; \quad d = a - \delta; \quad e = a + \delta, \quad (5.1.3)$$

где  $a, b, c, d, \delta$  – параметры, аналогичные предыдущему решению.

Трансформация структурных частей здания осуществляется как в предыдущем решении, но последовательность не имеет значения; увеличивается высота помещений в габаритных пределах дорог, упрощается изготовление; объем и площадь здания в рабочем положении вдвое больше, чем в транспортном [Г.18].

В приведенных мобильных зданиях проблема негабаритности решена за счет компактной укладки их трансформируемых частей. Такой прием обеспечивает конформность зданий к габаритным ограничениям дорог.

Однако при изменении температуры наружного воздуха в летний и зимний периоды года теплотехнические качества ограждений остаются неизменными. По нормам [193] ограждения рассчитывают на требуемое сопротивление теплопередаче в холодный период. Это ограничивает область использования зданий или снижает комфортность при их эксплуатации в строительно-климатических районах с холодным периодом.

Недостаток устраняется, если мобильное здание будет конформным также к сезонным климатическим условиям.

**Четвертое решение.** Передвижной трансформируемый жилой блок (рис. 5.1.13) состоит из телескопически соединенных между собой

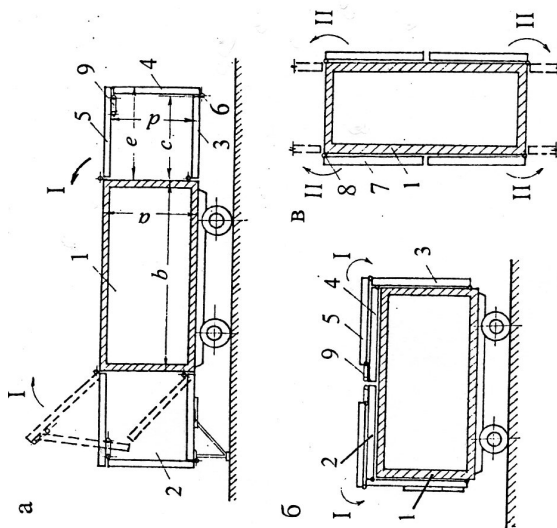


Рис. 5.1.12 – Контейнерное трансформируемое здание с торцевыми откидными отсеками

а – проектное положение, продольный разрез, б – то же, транспортное; в – транспортное положение, план; 1 – жесткий корпус; 2 – откидные отсеки; 3, 4, 5, 6 – нижняя, торцевая, верхняя, боковая панели; 7, 8 – шарниры; 9 – направляющие шарниров; I, II – последовательность укладки

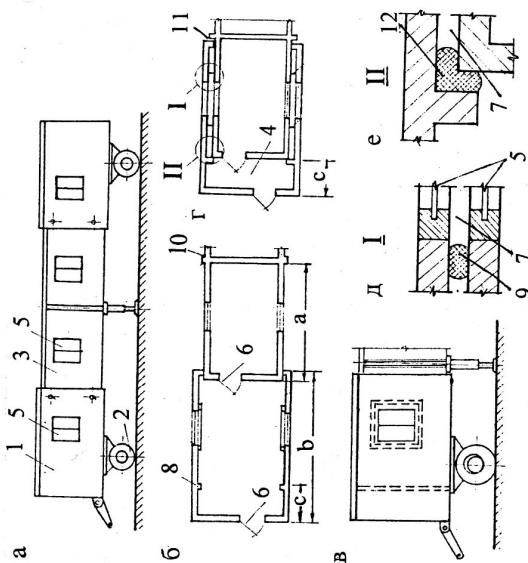


Рис. 5.1.13 – Перелазный трансформируемый жилой блок для сезонной эксплуатации

а – блок, положение летней эксплуатации, фасад; б – то же, план; в – фрагмент блока при зимней эксплуатации, фасад; г – то же, план; д, е – узлы, план; 1 – наружная секция; 2 – колесная опора; 3 – внутренняя секция; 4 – тамбур; 5 – окно; 6 – дверь; 7 – зазор; 8, 10 – упоры; 9, 11, 12 – прокладки; I, II – узлы



наружных секций, размещенных на колесных опорах по торцам внутренней секции двойной длины. Внутренняя часть секции короче наружной на ширину образуемого тамбура в сложенном положении жилого блока, т.е.

$$c = b - a - 2\delta, \quad (5.1.4)$$

где  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $\delta$  – параметры блока, аналогичные предыдущим.

Жилой блок является конформным к сезонной эксплуатации, как в отношении температуры наружного воздуха, так и в отношении изменения полезной площади, что согласуется, например, с численностью людей в учреждениях рекреационных зон в разные сезоны года [Г.35].

**Соотношение геометрических параметров.** В контрейлерных зданиях прием соотношения геометрических параметров является конструктивно необходимым условием трансформации. Конкретные соотношения определяются габаритами элементов, их взаимным положением и положением в здании, характером кинематической взаимосвязи, а также поставленными задачами (компактной укладки, увеличения площади и объема, адаптации к климатическим условиям и др.).

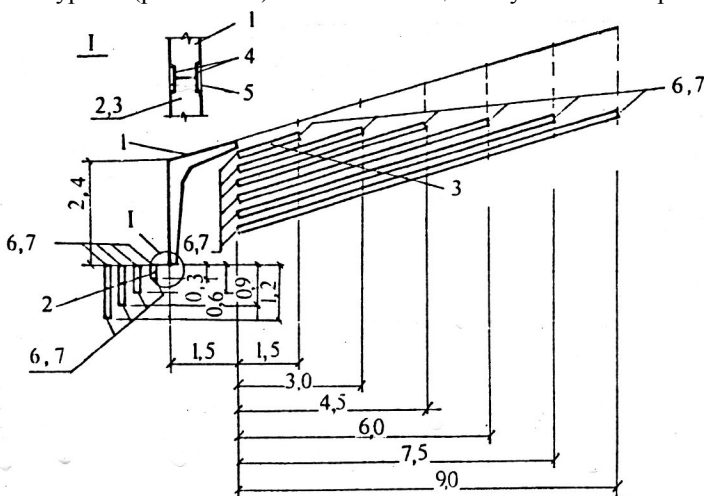
Тогда *соотношение геометрических параметров*, как один из приемов привязки сборных элементов различных форм (линейных, плоских, объемных, их комбинаций), обеспечивающий разнообразие ИСС, относится к одному из приемов обеспечения разнотипности.

Рассмотренные АКТ-решения мобильных (в том числе, сборно-разборных) зданий позволяют заключить, что проблема их негабаритности при укрупнении конструкций решена широко применяемой в технике трансформацией. Однако последняя в аспекте методологии ИСС представлена как метод разнотипности.

Метод трансформации – дополнительный пример верификации диалектического квадрата заменяемости изделий промышленного серийного производства в отношении достоверности описания им многообразия мобильных ИСС и методов его обеспечения. Он соответствует диагонали  $AO$  квадрата заменяемости (см. рис. 2.3.3).

Возможное решение проблемы невариантности трехшарнирных рам. Множество типоразмеров рам образуется из номенклатуры сборных изделий, включающей Г-образные, а также пролетные и стоечные элементы, путем соединения их в различных комбинациях по размерам, собственному положению и взаимному размещению, а также с учетом несущей способности, которая может быть модульной.

Полурама (рис. 5.1.14) состоит в общем случае из Г-образного,



**Рис. 5.1.14 – Схема комбинирования полурамы из г-образного элемента и комплектов пролетных и стоечных элементов**

1 – Г-образный элемент; 2 – комплект пролетных элементов; 3 – то же, стоечных; 4 – закладные детали; 5 – детали крепления; 6, 7 – конгруэнтные торцы элементов

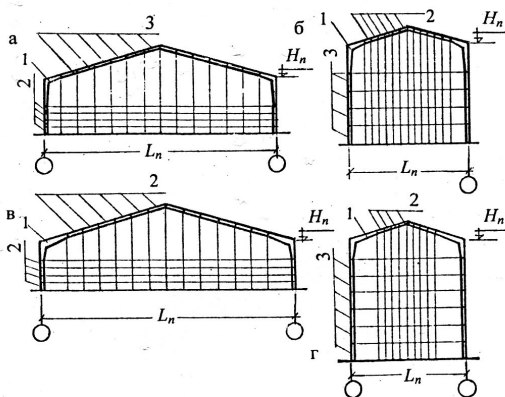
пролетного и стоечного элементов. Пролетные и стоечные элементы выполнены различной длины, причем их размеры не совпадают между собой в этих группах. Торцы всех элементов одинаковы по размерам и совпадают между собой закладными деталями для взаимного крепления, т.е. Они конгруэнтны с коэффициентом подобия 1, что обеспечивает сопряженность по выражению (2.2.7). Г-образный элемент имеет прочность, обеспечивающую работоспособность полурамы при соединении ее с пролетными и стоечными элементами любой длины и каждого из них с любого ее торца.

К Г-образному элементу крепят часть длины ригеля и часть высоты стойки, которые могут меняться своими местами при любом повороте стойки в собственной плоскости для стыковки с другим торцом. При этом образуется полная длина ригеля и полная высота стойки полурамы, которые тоже могут меняться местами при сборке рамы. Стыки всех элементов «сухого» типа, могут омоноличиваться при эксплуатации в агрессивной среде, для повышения огнестойкости и т.п.

Сборка полурам может производиться на заводе, изготавливающим сборные элементы, по заявкам (спецификациям) строительно-монтажных организаций или на монтажной площадке при строительстве здания из заказанных комплектов элементов согласно проекту.

Номенклатура (комплект) сборных элементов, обеспечивающая взаимную замену ее элементов без их предварительной подгонки с изменением заданных габаритных параметров образуемых ею систем (полупролета и высоты), является разнозаменяемой, а свойство элементов этой номенклатуры – разнозаменяемостью [Г.51].

В примере конструктивного решения (рис. 5.1.15) Г-образная стойка имеет высоту 2,4 м и вылет ригеля 1,5 м. Комплект стоечных элементов имеет следующий унифицированный типоразмерный ряд: 0,3; 0,6; 0,9; 1,2 м. Всего 5 типоразмеров, включая высоту Г-образного элемента. Комплект пролетных элементов имеет такой ряд значений: 1,5; 3,0; 4,5; 6,0; 7,5; 9,0 м. Всего 7 типоразмеров, включая вылет Г-образного элемента.



**Рис. 5.1.15 – Совмещенные габаритные схемы трехшарнирных рам, образуемых из комплектов разнозаменяемых элементов**

а – при исходном положении Г-образного элемента с комплектом стоечных и пролетных элементов по прямому назначению; б – то же, при замене стоечных элементов на пролетные; в – то же, при повороте Г-образного элемента и использовании доборных элементов по прямому назначению; г – то же, при замене доборных элементов местами; 1 – Г-образный элемент; 2 – комплект стоечных элементов; 3 – то же, пролетных

Номенклатура сборных элементов содержит 11 типоразмеров: один – Г -образного элемента, четыре – стоечных элемента и шесть – пролетных элементов; эта же номенклатура имеет 2 типа элементов: один – Г -образного и один стоечных/пролетных.

Соединяя стоечные элементы с Г-образным (в положении «так») по высоте, получим следующий ряд значений высоты рамы  $H_C^T$ : 2,4 (без стоечных элементов, только из Г-образного элемента); 2,7; 3,0; 3,3; 3,3; 3,6 м; всего 5. Эти высоты сочетаются с каждым из пролетов рамы, которых 7. Тогда унифицированный ряд габаритных параметров рамы, получаемый за счет замены стоечных элементов, составит  $5 \cdot 7 = 35$ .

Соединяя пролетные элементы (части ригелей) с Г-образным элементом по длине получим следующий ряд пролетов рамы  $P_P^T$ : 3,0 (без пролетных элементов, только из Г-образных); 6,0; 9,0; 12,0; 15,0; 18,0; 21,0 м; всего 7. Эти пролеты могут сочетаться с каждой из высот рамы, которых 5. Таким образом, получаются тоже 35 типоразмеров габаритной схемы.

При замене в Г-образном элементе стоечных элементов на пролетные, а пролетных – на стоечные, получим такие размеры габаритной схемы: по высоте  $H_P^T$ : 2,4 (без стоечных элементов); 3,9; 5,4; 6,9; 8,4; 9,9; 11,4 м; всего 7; по пролету  $P_C^T$ : 3,0 (без пролетных элементов); 3,6; 4,2; 4,8; 5,4 м; всего 5. То есть, получены  $(7 \cdot 5)$  дополнительно 35 типоразмеров.

При повороте Г-образного элемента (в положение «наоборот»), т.е. при замене в ней высоты на вылет, а вылета на высоту, аналогично получим дополнительные типоразмеры габаритной схемы. Используя комплекты стоечных и пролетных элементов по прямому назначению, получим следующий (третий) ряд значений параметров рамы  $H_C^H$ : 1,5 (без стоечных элементов); 1,8; 2,1; 2,4; 2,7 м; всего 5; и пролетов  $P_P^H$ : 4,8 (без пролетных элементов); 7,8; 10,8; 13,8; 16,8; 19,8; 21,8 м; всего 7. Таким образом, получено  $(5 \cdot 7)$  еще 35 типоразмеров.

Заменяя комплект стоечных элементов на комплект пролетных элементов, а пролетных – на стоечные, получим четвертый ряд значений параметров рамы: по высоте  $H_P^H$ : 1,5 (без стоечных элементов); 3,0; 4,5; 6,0; 7,5; 9,0; 10,5 м; всего 7; по пролету  $P_C^H$ : 4,8 (без пролетных элементов); 5,4; 6,0; 6,6; 7,2 м; всего – 5. Таким образом, эта ком-

бинация также дает дополнительно 35 размеров схемы. Всего получается  $35 \cdot 4 = 140$  габаритных типоразмера схемы трехшарнирной рамы.

При комплектовании рамы только двумя стоечными элементами (в пролете и по высоте) или так же только двумя пролетными элементами количество габаритных размеров удваивается, образуя 280 вариантов с размерно-подобными рядами *укрупненно-дробных* величин пролетов и высот. Значит, вместо 280 типоразмеров Г-образных полурам одного типа в номенклатуре взаимозаменяемых элементов необходимо лишь 11 типоразмеров двух типов разнозаменяемых. При получаемых укрупненно-дробных размерах габаритной схемы эти параметры унифицированы по основному геометрическому модулю  $M = 100$  мм.

Многообразие типоразмеров рамы получено *методом агрегатирования* разнозаменяемых элементов совместно с *методом комбинаторики* этих элементов, а поскольку изменялись их собственное и взаимное положения во фронтальной плоскости пространственной модульной координационной сетки, то применен также *метод элементарной диверсификации*. В данном АКТ-решении реализуется *внутренняя* (по отношению к раме в целом), *групповая* (поскольку относится только к одному типу рамы) и *полная* (т.к. изменяются все геометрические параметры – высота и пролет) разнозаменяемость.

Предложенное АКТ-решение из-за укрупненно-дробных модульных размеров рам предполагает преимущественно построечное возведение стен (из кирпича, мелких блоков и т.п.) зданий и устройство в них покрытий по прогонам. Для строительства же полносборных зданий необходима «резательная» технология с «адресным» производством сборных ограждающих элементов стен и покрытий.

Данное решение позволяет из небольшой номенклатуры сборных элементов многократно увеличить количество габаритных схем зданий. Такие рамы можно использовать на объектах немассового строительства (для которых применение типовых конструкций неприемлемо ввиду «индивидуальности» их размеров и малого количества). Возможно, серийное изготовление рам для любых функционально-технологических схем зданий и сооружений; при массовом строительстве исключаются излишки площадей и объемов зданий, возникающих в типовых проектах, с укрупненными модульными размерами пролетов и ограниченным размерным рядом высот рам типовых серий.

Итак, невариабельность сборных трехшарнирных рам или однообразие их габаритных схем для сельскохозяйственных и других зданий [109] устранена методами разнозаменяемости. Очевидна эффективность этих методов по разнообразию сборных ИСС. Проектирование на принципе разнозаменяемости позволяет совмещать серийное производство сборных изделий с удовлетворением «индивидуальных» тре-

бований, предъявляемых к сборным ИСС, путем использования *метода укрупненно-дробных геометрических параметров* в структурных конструктивных модулях.

**К решению проблемы объемов серийных партий.** Многоплановым направлением реализации принципа разноразменяемости в отношении сборных изделий представляется «нестандартное» их применение, т.е. не предусмотренное документацией типовых серий.

Элементы заводского изготовления имеют регламентированную техническими условиями область использования в соответствии с их определенным конструктивно-функциональным назначением (в том числе при открытой, межвидовой или сквозной типизации), а также исходными расчетными и технологическими данными, определяющими прямое назначение типовых элементов.

В основе «прямого» использования заранее изготовленных изделий лежит стандартизация, определяющая совокупность одинакового и разного качественно-количественного состава и формо-содержательного выражения свойств этих изделий согласно принятым аксиомам тождества и различия сборных элементов в ИСС.

Между тем, сборные элементы как изделия промышленного производства имеют свойства, не являющиеся непосредственной целью проектирования, а потому представляющиеся второстепенными. Они находятся как бы вне поля зрения проектировщика.

При изменении потребительского внимания на сборные изделия или при отношении к ним с иных позиций использования второстепенные качества могут стать существенными, дающими новый положительный эффект. Это следует из диалектического квадрата заменяемости сборных элементов серийного производства согласно его сторонам *AI* и *EO*, а также *AE*, *IO*. Функционирование сборных изделий в новом применении и в иных условиях будет надежно прогнозируемым, поскольку они – стандартные.

Таким образом, *фактическая область* существования сборных изделий в объектах строительства с позиций обычного (типового) их использования и оригинального применения может быть:

- *номинальной*, составляющей прямое, предназначенное типовой документацией;
- *виртуальной*, появляющейся при творческом проектировании;
- *эвентуальной*, возможной для использования из виртуальной при соответствующих условиях.

Номинальной области соответствует, преимущественно, принцип взаимозаменяемости; виртуальной и эвентуальной – разноразменяемости, который в аспекте *метода «нестандартного» применения*

сборных элементов имеет множество АКТ-приемов для превращения потенциальной возможности в актуальную действительность. Выявление и пополнение виртуальной области применения стандартных изделий общих и специальных номенклатур является частью методологии принципа обобщенной заменяемости.

Использование методов (способов, приемов и т.п.) реализации эвентуальной области применения стандартных изделий определяет дополнительную потребность в них, что можно расценивать как:

- условное сокращение номенклатуры исключением некоторых имеющихся типовых изделий или не нужна разработка новых изделий при возникновении потребности в них; и/или
- потенциальное увеличение спроса на имеющиеся типовые изделия, что увеличивает объемы их серийных партий [В.15].

Расширение области применения стандартных изделий можно обеспечивать: методом элементарной диверсификации; неформальной разнотипностью, например, методами не вынужденного усиления, раздельного бетонирования, дополнительных деталей; инверсии и конверсии, конгломерирования–агрегатирования и др. (см. раздел 4.4.).

Приведенная в табл. 2.6.1 выборка АКТ-решений из мирового патентного фонда содержит идею «нестандартного» применения типовых строительных изделий. Ниже приведены характерные авторские АКТ-решения по «нестандартному» применению таких строительных изделий, относящихся к общим и специальным номенклатурам. Эти решения – проверка достоверности принципа разнотипности в отношении метода «нестандартного» применения.

Из номенклатуры типовых изделий для сельскохозяйственного строительства в Украине по УЗК-2 [235] можно получить несколько оригинальных конструктивных схем (рис. 5.1.16). Они образованы приемами изменения собственного типового положения, нетипового взаимного расположения элементов каркаса, нетипового сочетания элементов между собой и т.п. То есть метод «нестандартного» применения сходится в определенных признаках с методом элементарной диверсификации по выражению (2.5.3).

Оригинальные конструктивные схемы могут использоваться для некоторых общественных зданий и сооружений – остановочных павильонов с залами ожидания, административными и вспомогательными помещениями; поселковых автостанций; навесов автостоянок, а также разных вспомогательных зданий в производственных зонах – навесов для дорожной и сельскохозяйственной техники, складов, мастерских и т.п.

Положительный эффект от оригинальных решений состоит в увеличении многообразия в сборном строительстве – функционально-

технологического, архитектурно-конструктивного и производственно-экономического и др. Последнее, в частности, исключает разработку новых типов сборных конструкций, увеличивающих численность типовых изделий общих и специальные номенклатур.

Нетиповое положение несущих конструкций во многих случаях не изменяет расчетных схем, что позволяет проводить архитектурно-строительное проектирование без проверочных инженерных расчетов



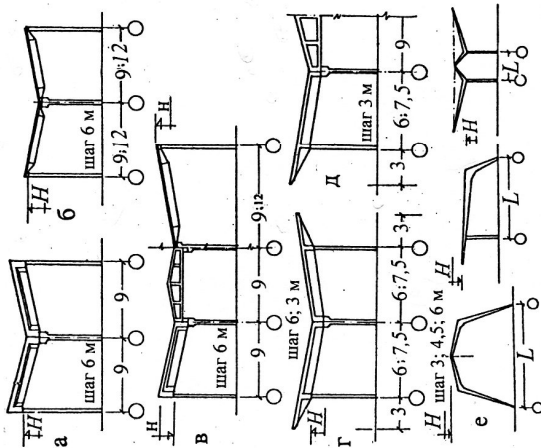


Рис. 5.1.16 – Нетиповые конструктивные схемы каркасов из типовых конструкций по УЗК-2 (варианты)

а, б – двухпролетный стоечно-балочный со скатыми балками покрытий; в – трехпролетный со стропильной фермой; г – двухпролетный с консольными скатыми балками; д – то же, трехпролетный с фермой; е – рамный из Г-образных полурамками, варианты

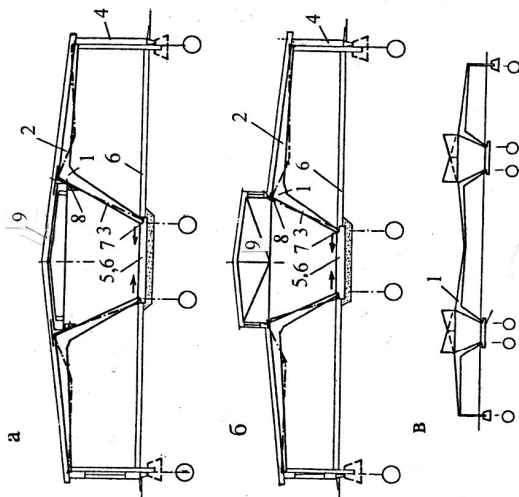


Рис. 5.1.17 – Одноэтажное здание с «безраспорным» рамным каркасом из Г-образных полурам

а – с затяжкой из типовой двухскатной балки; б – то же, из фоновой рамы; в – здание-моноблок; 1 – Г-образная полурама; 2 – ригель; 3 – стойка; 4 – стена; 5 – фундамент-плита; 6 – пол; 7 – гнезда под стойки; 8 – запасовочное устройство для обеспечения расчетной работы типовой полурамы; 9 – затяжка

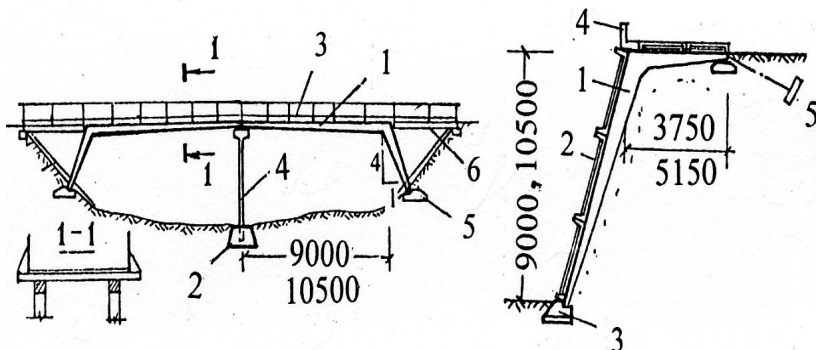
и без использования средств усиления для компенсации больших усилий в строительных конструкциях. В отдельных решениях (например, рис. 5.1.16,е) нетиповое положение и взаимодействие конструкций требует инженерных проверочных расчетов и проектно-конструкторских доработок.

Пример конструктивного решения, относящегося к неформальной разнотипности, приведен на рис. 5.1.17. Полурамы расположены «обратно» конструктивной типовой схеме и установлены на расстоянии одна от другой с опиранием на железобетонную плиту пола. Затяжка выполнена в виде пролетной конструкции из типовой железобетонной балки покрытия или стальной фонарной рамы [В.9].

Распорные усилия от полурам погашает плита пола, выполняющая одновременно и функцию фундамента, глубина заложения которого здесь не зависит от глубины промерзания грунтов (благодаря тепловому влиянию на грунт внутри здания в холодный период года). Затяжка позволяет сделать светоаэрационный фонарь, необходимый, например, для зданий КРС молочного направления. Средний пролет используется для организации магистральной кормораздачи и навозоудаления. Исключаются деформации сдвига полурам, расширяются объемно-планировочные и конструктивно-технологические возможности типовых изделий, увеличиваются объем и площадь здания, исключаются специальные фундаменты Ф15-9-3 [г.31].

Типовые Г-образные полурамы обладают большой виртуальностью. Из них можно возводить, например, пешеходные мостки на пересеченной местности при инженерном оборудовании и благоустройстве территорий (рис. 5.1.18). При этом возможны варианты нетипового положения полурам, целесообразные для иных условий функционирования, сочетания с другими типовыми конструкциями и проч. В этом примере дополнительные пролеты у концевых опор или в средней опоре невыгодно нагружают типовую конструкцию. Такое и другие отличия компенсируются согласно ОМКС, например, удвоением несущей способности за счет парного расположения конструкций, что дополнительно повышает и боковую устойчивость сооружения, и другими приемами.

Приведем небольшой перечень возможных подобных АКТ-решений: применение карнизных плит (рис. 5.1.19) в качестве бордюрного блока набережных, смотровых площадок и других перепадов планировочных отметок дневной поверхности; некондиционных лестничных маршей и площадок с перилами в качестве пешеходных лестниц и переходных мостиков через наземные трубопроводы, при инженерном благоустройстве территорий на косогорах, откосах выемок и насыпей; объемных блоков жилых многоэтажных домов в качестве сторожевых,



**Рис. 5.1.18 (слева) – Применение типовых Г-образных полурам и стоек с фундаментами в качестве конструкций пешеходного мостика**

1 – полурама; 2 – блочный фундамент («башмак»); 3, 6 – плиты настила; 4 – средняя колонна; 5 – блочный асимметричный фундамент

**Рис. 5.1.19 (справа) – применение типовых г-образных полурам и сборных блочных фундаментов в качестве подпорных стен**

(пример с расположением полурамы коньковой частью вниз при планировке насыпью)  
1 – Г-образная полурама; 2 – стеновые панели; 3 – блочный фундамент; 4 – карнизный блок; 5 – анкер

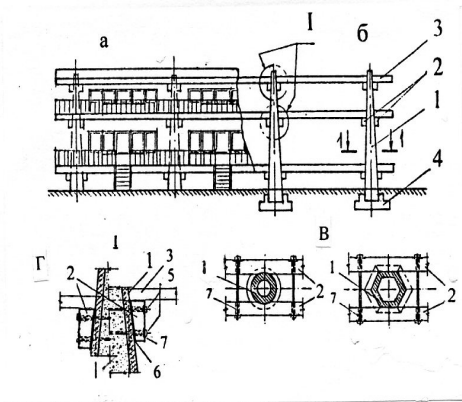
садовых, конторских и других домиков; некондиционных ребристых плит легкобросываемых покрытий промышленных зданий (6- и 12-ти метровых) в качестве стен различных построек с использованием проемов в плитах для устройства окон и дверей и т.д.

Дополнительные предложения: применение сборных железобетонных кормовых лотков для КРС, лотков для канальной прокладки теплотрасс, слаботочных кабелей и других сетей (последние имеют развитую номенклатуру типоразмеров поперечного сечения и длины) в качестве небольших подпорных стен или бордюров на благоустраиваемых площадках, оснований полов и перекрытий хозяйственно-бытовых построек, санитарно-гигиенических строений в рекреационных зонах и т.п. [Г.7, 27, 31, 33, 50 и др.].

Например, при вертикальной планировке и инженерном благоустройстве территории необходимы подпорные стены разной высоты. Потребность в специальных типовых конструкциях, сложность их изготовления, ответственность за их устойчивость на сдвиг и опрокидывание, высокая материал- и трудоемкость производства работ и т.п. обеспечивают конкурентоспособность решению, приведенному на рис. 5.1.19 [209].

Возможностью «нестандартного» применения обладают многие изделия типовой номенклатуры [Г.19, 27, 33, 45]. Например, применение железобетонных типовых опор электрических сетей в качестве

стоек каркаса малоэтажного здания, в частности, рекреационного назначения (рис. 5.1.20). Форма граней опор и пазов в парных полубалках, обжимающих опоры, обеспечивает фиксацию перекрытий заклиниванием на заданных отметках, гарантируемую омоноличиванием узлов эпоксидным компаундом.



**Рис. 5.1.20 – Применение сборных железобетонных опор электросетей в качестве колонн малоэтажного здания**

а – фасад; б – рама в продольном разрезе; в – узлы сопряжения колонн с балками в плане (варианты); г – то же, в сечении; 1 – колонна; 2 – ригели из полубалок; 3 – плиты; 4 – фундаменты; 5 – стяжные болты; 6 – пазы в полубалках; 7 – отверстия под болты

Данное решение снижает трудоемкость монтажа благодаря высоте колонн в несколько этажей. Высота помещений может быть любой и разной на различных этажах, а также на одном этаже. Это увеличивает объемно-планировочные возможности зданий без увеличения количества типоразмеров конструкции унифицированным рядом значений ее высоты [Г.38].

Метод, примененный в данном решении – *инверсия* в формальном виде разнозаменяемости, поскольку изготовление боковых полубалок перекрытий не изменяет собственно типового решения опор. Использование же полубалок относит решение к методу *дополнительных деталей*.

Нагрузка на опоры в новых условиях работы определяется «обратным» расчетом, т.к. опоры являются стандартными изделиями с известными расчетно-конструктивными характеристиками. Количество опор в здании, расчетный шаг или пролет между ними являются переменными, что предполагает устройство стен из сборных элементов с укрупненно-дробными размерами соответственно обобщенной модульной системе или возведение их кирпичными. При заполнении же полостей опор бетоном можно повысить их несущую способность, в этом случае используется прием доработки по *конструктивно-технологическому методу* неформальной разнозаменяемости.

Подобные решения сходятся с методом «прямого» проектирования Шухова В.Г. [282] при формировании в строительных конструкциях заданных усилий [276].

Предложенный на основе диалектического квадрата заменяемости метод «нестандартного» применения обладает большими возможностями по увеличению объемов серийных партий и уменьшению номенклатуры изделий, обеспечивая большее многообразие ИСС часто без разработки специальных типов элементов. Возможности этого метода, как показано выше, возрастают при взаимосвязи его с другими методами разнотипности.

Имеются примеры «нестандартного» применения плит покрытия типа ПНС в качестве стеновых панелей в контрфорсных стенах (для исключения горизонтальной давления на колонны) при реконструкции производственного здания на ПМК учхоза им. 1 Мая ХИМЭСХ под склад-навес или таких же плит с уменьшением количества закладных деталей в сравнении с типовым решением [Г.16].

Приведенные решения соответствуют *методу инверсии* (в случаях иного применения) и *методу модификаций* (в случае внесения изменений при изготовлении, например, сечения арматурных стержней и др.). Они также представляются методами *номинальной* разнотипности. Известны другие аналогичные решения «на применение» [например, 265, с.75].

Возможно прямое применение фундаментных блоков типа Б подвальных стен в качестве балласта в бесфундаментной установке лебедок [Г.7], фундаментов стаканного типа марки СФК-8 по с.1.810-1 в качестве балласта для мобильных кормовых столов КРС [Г.33] и т.п.

**Решение «проблемы торца» зданий, сооружений.** При изучении вопроса [128 и др.] были выявлены конструктивные причины этой проблемы, а также планировочные, функциональные, архитектурные, экономические, технологические и организационные стороны усложнения типовых решений торцевых стен промышленных и других зданий [В.11].

Пионерным решением, изменяющим типовое, является выполнение крайних колонн с консолью в сторону смещения пролетной конструкции на 500 мм [а.с. 983237, Бондарь Л.Я., 1982]. Благодаря консоли исключается фахверковый вкладыш в углу здания, однако на высоте пролетной конструкции надставки с насадками сохраняются. Решение приемлемо для производственных зданий небольшой высоты и малых пролетов из-за большого эксцентриситета приложения нагрузки от покрытия на консоль. Колонна необычной формы увеличивает собой количество типов изделий.

В предложенном *первом решении* (рис. 5.1.21) стена содержит колонны фахверка и находящиеся между колоннами стеновые панели (как в типовом решении). Боковые грани крайних основных колонн и

наружные грани фахверковых колонн совмещены с цифровой осью (как в пионерном решении). Новым является то, что на высоте пролетной конструкции панели установлены вертикально («нестандартно») и прикреплены вверху к диску покрытия, а внизу – к верхнему ряду горизонтально расположенных перемычных панелей (не рядовых по армированию).

Вертикальные панели передают ветровую нагрузку на горизонтальные панели, которые, будучи перемычными, принимают ее, имея необходимую прочность на изгиб из плоскости за счет усиленного армирования [103, с.195]. Фахверковую колонну при этом выполняют короче, чем принято в типовом решении [Г.36].

Упрощение конструкции экономит около 25 т стали на двух торцевых стенах промышленного здания высотой 10,8 м пролетом 24 м при шаге колонн 6 м за счет исключения фахверковых вкладышей из двух швеллеров 20-го номера (4 шт.) высотой 10,8 м, надставок из двутавров 24-го номера высотой 3 м (6 шт.), насадок из уголка 125х4 мм высотой 0,9 м (6 шт.). Исключаются работы по изготовлению указанных изделий и их монтажу, а также сварочные работы с расходными материалами [103, с.234; 272, с.52].

Стеновые перемычные панели вообще предназначены для восприятия ветровой нагрузки, приходящейся на оконное заполнение. Согласно новому решению они принимают ветровую нагрузку от вертикально установленных панелей, что соответствует типовой расчетной схеме. Укороченные фахверковые колонны имеют меньшую массу; примерно в 3 раза уменьшают изгибающий момент в защемлении их фундаментом в сравнении с типовой расчетной схемой (при свободном оголовке и защемлении в основании). Внедрение не требует капиталовложений.

**Второе решение** (рис. 5.1.22) отличается тем, что панели установлены только вертикально и нижними своими частями в малопролетных зданиях оперты непосредственно на бетонное утолщение в полу, снабженное закладными деталями с соответствующим шагом для их крепления. В среднепролетных зданиях панели опирают на фундаментные балки.

Панели принимают ветровую нагрузку и передают ее через опорные участки вверху плитам покрытия (жесткому диску), а внизу – бетонному полу (тоже жесткому диску), т.е. они работают соответственно типовой расчетной схеме, но в «нестандартном» (вертикальном) положении, при этом не нагружены расположенными выше панелями. Решение упрощает конструкцию и снижает материалоемкость, поскольку полностью исключает фахверковые колонны с фундаментами [В.11].

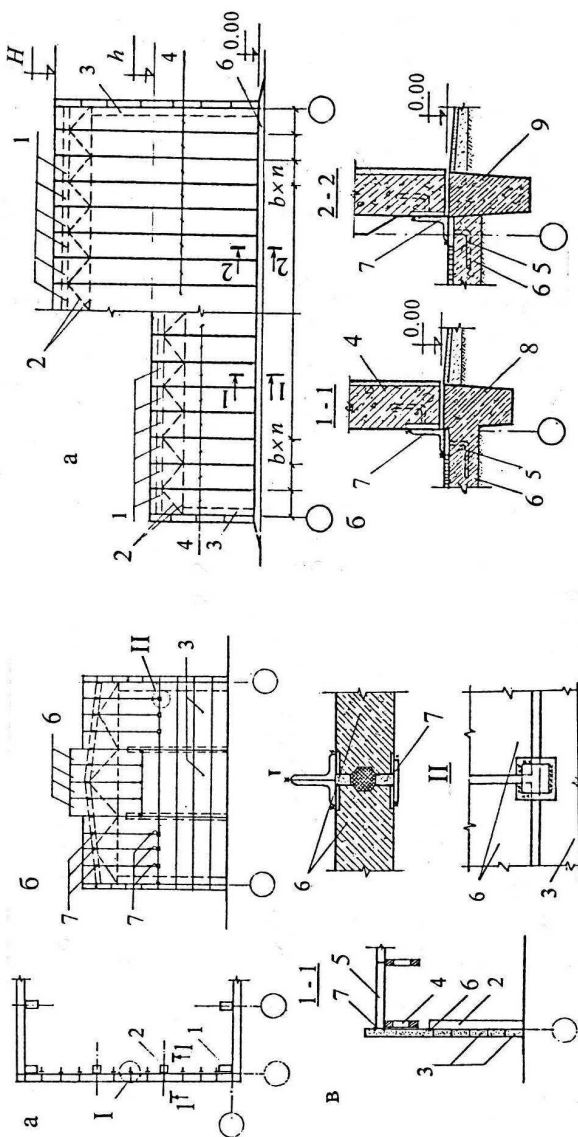


Рис. 5.1.21 – Торцевая стена промышленного здания с вертикальной разрезкой фронтона

а – план, фрагмент; б – фасад; в – продольный разрез, фрагмент; г – основные колонны каркаса; д – то же, факверковые; е – горизонтально расположенные панели; ж – стропильная конструкция; з – плиты покрытия; и – вертикально расположенные панели; к – детали крепления

Рис. 5.1.22 – Бесфакверковая торцевая стена каркасно-панельного промышленного здания

а – фасады, фрагменты вариантов; б – узлы сопряжения панелей с полом, варианты; в – плиты покрытия; г – стропильная ферма; д – крайние колонны каркаса; е – типовые панели; ж – закладная деталь; з – бетонный пол; и – крепежная деталь; к – утолщение пола; л – фундаментная балка

Такая бесфахверковая стена имеет узкую область применения, ограниченную типоразмерами стеновых панелей – 6 и 12 м. Они охватывают некоторый диапазон производственных зданий, но эффект от решения не реализуется в полном объеме из-за укрупненной унификации по МКРС. Тем не менее, наличие в номенклатуре рядовых и переемычных стеновых панелей для промышленных зданий с этими двумя типоразмерами позволяет снять на основе принципа разнозамежности ограничение в конструктивно-компоновочном многообразии бесфахверковых стен.

В *третьем решении* (рис. 5.1.23) принята горизонтально-вертикальная раскладка типовых панелей. К диску покрытия и пола прикреплены только вертикально установленные переемычные панели. Между вертикальными панелями горизонтально расположены рядовые. Типовые переемычные панели имеют закладные детали для крепления окон, которые совпадают с шириной рядовых панелей. Таким образом, фахверковые колонны исключены и заменены переемычными панелями, выполняющими их функцию [Г.49].

Конструктивно-компоновочные возможности и область применения типовых панелей в данном решении расширяются. Можно вводить продольные и торцевые стены в зданиях ячейкового типа и при этом варьировать раскладку панелей на фасадах: при  $b = 1,5$  м и  $l = 6$  м длина стен кратна  $1,5 \cdot 4 + 6 \cdot 3 = 24$  м, а при  $b = 1,2$  м кратно  $1,2 \cdot 5 + 6 \cdot 4 = 30$  м. При высоте зданий 6 и 12 м получается 4 варианта компоновки фасадов из стандартных панелей. Используя номенклатуру панелей для сельскохозяйственных зданий по УЗК-2, включающих длину панелей  $l = 4,5$  м и  $l = 3$  м [235], число вариантов удваивается.

С полной эффективностью предложенные решения могут использоваться при «резательной» технологии производства стеновых панелей, позволяющей получать *укрупненно-дробные* модульные значения их унифицированной длины, например, 6; 6,3; 6,6 м и т.д., 9; 9,3; 9,6 м и т.д. Такое решение повышает проектно-конструкторскую целесообразность применения «резательной» технологии. Оно дополняет ранее рассмотренное решение трехшарнирных рам с укрупненно-дробными размерами стоек и ригелей (см. рис. 5.1.15).

**Четвертое решение.** Для зданий ячейкового объемно-планировочного типа можно получить однотипное выполнение торцевых и продольных стен. Дополнительно исключаются колонны основного каркаса, поскольку разные шаг и пролет между ними являются главной причиной «проблемы торца».

Одноэтажное бескаркасное здание (рис. 5.1.24) имеет структурный блок покрытия и стеновые панели, установленные вертикально по



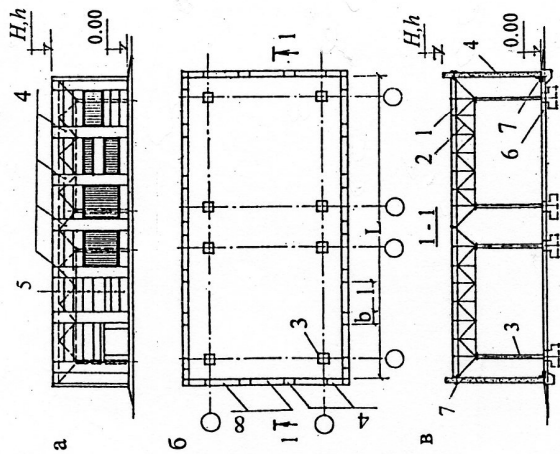


Рис. 5.1.23 – Бесфакерковые стены с горизонтально-вертикальной раскладкой панелей  
а – фасад, б – план, в – разрез, 1 – плиты покрытия; 2 – структурная ферма; 3 – колонны под ферму; 4 – перемычные стеновые панели; 5 – то же, радовые; 6 – пол; 7 – детали крепления панелей к полу; 8 – то же, панелей между собой

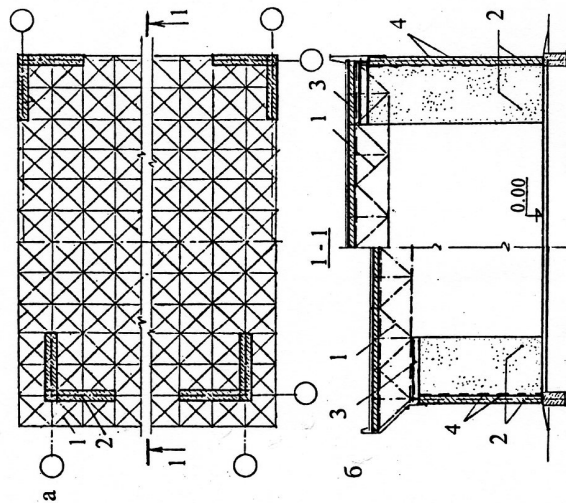


Рис. 5.1.24 – Одноэтажное бескаркасное здание с бесфакерковыми стенами из типовых панелей  
а – план, вид снизу; б – поперечный или продольный разрез, варианты: 1 – структурный блок покрытия; 2 – стеновые панели; 3 – перекидные балки; 4 – закладные детали

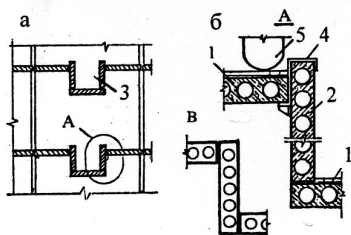
углам блока перпендикулярно друг другу в плане. Панели по боковым граням жестко соединены между собой по высоте сваркой. Блок покрытия оперт на торцы образуемых уголковых (тавровых, крестовых) стеновых конструкций посредством перекидных балок для распределения на них сосредоточенной нагрузки от блока. Панели – рядовые или перемышечные, в зависимости от величины нагрузки от покрытия. Возможно, нетиповое армирование согласно *методу модификаций*.

Горизонтальные нагрузки в здании принимают уголковые конструкции, обладающие развитой опорной поверхностью и самоустойчивостью на опрокидывание, а также прочностью на сдвиг панелей относительно друг друга за счет жесткого закрепления их между собой. Меньший класс бетона в панелях относительно класса бетона исключенных колонн каркаса компенсируется многократно большей площадью сечения панелей и жесткостью уголковых конструкций (на ветровую нагрузку) [Г.42].

Данное решение дополнительно упрощает конструкцию и уменьшает материал- и трудоемкость возведения здания, увеличивает его полезную площадь за счет уменьшения конструктивной площади (суммарного сечения колонн). Дальнейшее снятие «проблемы торца» переходит в решение «проблемы угла» в плане за счет выполнения здания круглым.

Таким образом, классическая в архитектуре «проблема торца» снята в сборных промышленных зданиях за счет типовых панелей стен *методом «нестандартного» применения* их, что свидетельствует также и об эффективности *метода элементарной диверсификации* [В.15].

**Метод элементарной диверсификации.** В приведенном ниже примере (рис. 5.1.25), этот метод сходится с *методом «нестандартного» применения*; возможно также использование *метода дополнительных деталей*.



**Рис. 5.1.25** – Междуетажное перекрытие гаража с технологическим прямым, образуемым типовыми многонепустотными плитами настилов

а – поперечный разрез, фрагмент; б – узел А; в – вариант узла; 1 – плита в типовом положении; 2 – то же, в «нестандартном»; 3 – прямик; 4 – дополнительная деталь; 5 – колесная нагрузка

Для повышения несущей способности перекрытий, жесткости многоэтажных гаражей, а также для обеспечения соответствия их зна-

чению устройством смотровых прямков применены многпустотные плиты настилов. Плиты работают совместно и имеют ббольшую несущую способность относительно типовой расчетной схемы. Считая сечение плиты условно сплошным, приняв его толщину  $b$  и ширину  $h$ , определим моменты сопротивления  $W$  для горизонтального (типового) и вертикального («нестандартного») положения плиты по формуле  $W = bh^2/6$  [26, с.232]:

$$W_T = \frac{1,5 \cdot 0,22^2}{6} = 0,01 \text{ м}^3, \quad W_H = \frac{0,22 \cdot 1,5^2}{6} = 0,075 \text{ м}^3. \quad (5.1.5)$$

Максимальные значения нормальных напряжений  $\sigma$  в плитах при равном изгибающем моменте  $M_H$  определяем по формуле  $\sigma = M_H/W$  [26, с.225]:

$$\sigma_T = M_H / W_T = M_H / 0,01; \quad \sigma_H = M_H / W_H = M / 0,075, \quad (5.1.6)$$

Т.е. Нормальное напряжение в типовой плите в «нестандартном» положении меньше расчетного типового значения примерно в 7,5 раз, поскольку отношение

$$\sigma_T / \sigma_H = M_H \cdot 0,075 / M_H \cdot 0,01 = 7,5. \quad (5.1.7)$$

\*\*\*

В разделе показана эффективность применения принципа, методов и свойства разнозаменяемости в решении поставленных (см. раздел 1.3) частных проблем (задач) проектирования в различных областях строительства на примерах сборно-разборных зданий и фундаментов под оборудование, контрейлерных зданий, трехшарнирных рам для сельскохозяйственных и торцевых стен для промышленных зданий и сооружений и др. Обеспечивается увеличение серийных партий строительных изделий и снижение номенклатуры при увеличении разнообразия ИСС. В целом, раздел является обоснованием достоверности теории обобщенной заменяемости сборных элементов в ИСС.

## 5.2. Разнозаменяемость на основе обобщенной модульности

Теоретической основой АКТ-решений, приведенных ниже, являются положения ОМКС (см. выводы раздела 3.5). Они использованы для решения частных проблем (задач) при проектировании типовых и

нетиповых сборных и других ИСС.

### Исчерпание несущей способности: переменный пролет.

Метод соответствует варианту аддитивной варируемости обобщенной модульной системы, когда изменяются модульный пролет ригеля при постоянном модульном шаге поперечных рам и удельная модульная нагрузка при неизменной общей нагрузке на модульную грузовую площадь, т.е. когда  $l_{var}$ ,  $b_{const}$ ,  $q_{var}$  и  $Q_{const}$  согласно выражению 3.4.9.

Приведенное на рис. 5.2.1 АКТ-решение экономит материал в типовых несущих конструкциях, когда фактическая нагрузка меньше расчетной. Это неизбежно из-за унификации в типовом проектировании при массовом использовании конструкций в разных условиях их фактического нагружения, что отмечалось ранее (с. 60—61).

Применим метод разнотенности — *исчерпание несущей способности* строительных конструкций к типовой и подобной раме.

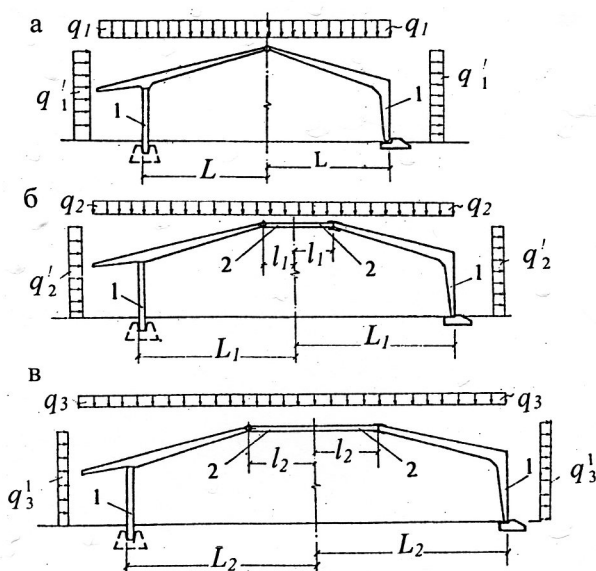


Рис. 5.2.1 – схемы поперечных разрезов каркасов

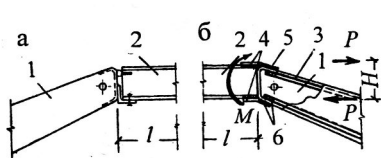
Из трехшарнирных рам с комплектом разнотеняемых вставок

(слева – полурама с уравновешивающей консолью, справа – типовая): а, б, в – при вставках соответственно  $l = 0$ ;  $l_1 > 0$ ;  $l_2 > l_1 > 0$ ; 1 – полурама; 2 – вставки из комплекта

Рама рассчитанная для определенного климатического района и определенной конструкции ограждений, воспринимает нагрузку по верхнему пределу значений  $q_1$ . Для применения рамы в другом клима-

тическом районе с другим ограждением, создающими нагрузку  $q_2$ , меньшую, чем  $q_1$ , полурамы соединяют вставкой пролетом  $l_1$ . При этом в полурамах возрастают усилия до значений, равных усилиям от нагрузки  $q_1$ . Используя раму в следующем районе и с другим ограждением, создающим еще меньшую нагрузку  $q_3$ , берут еще большую вставку  $l_2$ , которая вызывает в полурамах большее увеличение усилий до значений, равных усилиям от  $q_1$ , и т.д. Для унификации пролета рамы с рядом значений нагрузки  $q_1, q_2, q_3, \dots$  образуют модульный ряд длины  $l_1, l_2, \dots$  вставки [В.9].

При использовании вставок в коньковом узле в сечениях ригеля (ближе к коньковой части) возможно изменение величины и знака усилия. Это может происходить в трехшарнирной раме со стороны жесткого крепления вставки с ригелем (рис. 5.2.2), осуществляемого для обеспечения геометрической неизменяемости рамы.



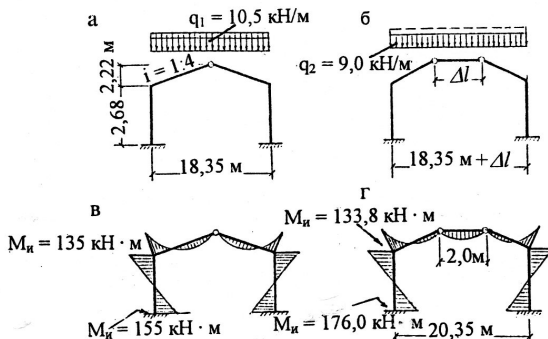
а – шарнирный, б – жесткий; 1 – ригель, 2 – пролетная вставка (стальной двутавр), 3 – рабочая арматура, 4 – накладки, 5 – закладная деталь, 6 – сварка

Рис. 5.2.2 – Варианты соединения пролетной вставки с ригелем в коньковом узле полурам

Заметим, что армирование типовой железобетонной рамы в коньковом шарнире не соответствует расчетному. Теоретически в шарнире изгибающий момент равен нулю. Однако ригель в этом месте имеет толщину 250 или 350 мм (для разных типоразмеров рам) и конструктивно армирован по сечению. Значит, ригель в коньке фактически способен нести некоторую нагрузку разного знака на каком-то протяжении к карнизному узлу (до совпадения расчетных и конструктивных значений). Для этого должна быть возможность приварки накладок к ригелю сверху и снизу конька. При *модификации* полурам установка закладных деталей возможна на стадии изготовления.

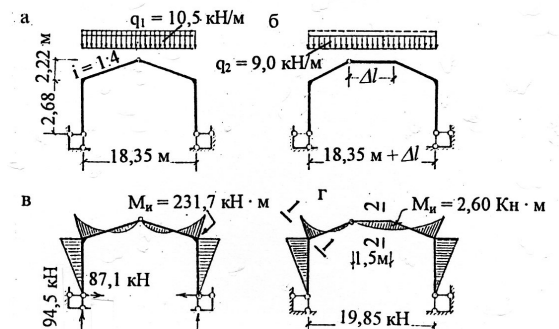
Для обоснования работоспособности предложенного решения проведем проверочные расчеты каждой из схем рам (типовой и нетиповой) в произвольном шаге унифицированного ряда нагрузок.

**Пример 5.2.1** (рис. 5.2.3, а, б). Армирование рамы принято типовое для обоснования возможности изменения пролета при новом ее применении. Эпюры моментов по первой расчетной схеме при  $q_2 = 10,5$  кН/м и  $q_1 = 9,0$  кН/м даны соответственно на рис. 5.2.3, в, г. Размер вставки  $\Delta l$ , равный 2 м, получен из условия не превышения величины



**Рис. 5.2.3 – Типовая рама с шарнирной вставкой**

а, б – расчетные схемы соответственно исходная и новая; в, г – соответствующие схемам эпюры изгибающих моментов



**Рис. 5.2.4 – Типовая рама с жесткой вставкой**

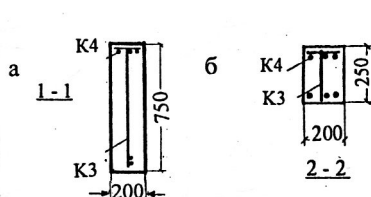
а, б – расчетные схемы соответственно исходная и новая; в, г – соответствующие схемам эпюры изгибающих моментов изгибающего момента в карнизном узле.

Однако в защемлении стойки по новой схеме величина момента получилась больше, чем в том же сечении по исходной схеме, чего не должно быть при эксплуатации рамы. Уменьшая величину  $\Delta l$ , обеспечиваем соблюдение условия, чтобы момент в этом сечении по новой схеме не превышал бы момента в исходной. Округленно до  $3M$  получаем  $\Delta l = 1,8$  м.

**Пример 5.2.2** (рис. 5.2.4,а, б). Эпюры моментов по второй расчетной схеме приведены на рис. 5.2.4,в, г; величины нагрузок  $q_1$ ,  $q_2$  –

те же. В данной расчетной схеме по варианту со вставкой возникает отличие: в сечении по коньку, где в исходной схеме  $M_H = 0$ , в схеме со вставкой появляется момент  $M_H = 2,6$  кН·м в нижней растянутой зоне сечения. Проверим достаточность типового армирования в сечении по коньку.

Возьмем сечения по карнизу 1–1 и по коньку 2–2 [157, рис. 14] полурамы РЖК 21-1600. В сечении 1–1 растянутая зона верхняя, в сечении 2–2 – нижняя (см. рис. 5.2.5, а, б). При классе бетона В40, арматуре класса А-III,  $m_{\delta l} = 0,85$ ,  $h_o^{1-1} = 69,9$  см,  $h_o^{2-2} = 21,4$  см моменты, воспринимаемые сечениями 1–1 и 2–2 соответственно равны  $M_{1-1} = 988,74$  кН·м,  $M_{2-2} = 63,99$  кН·м.



**Рис. 5.2.5 – Поперечные сечения типовой рамы РЖК 21-1600**

а – по карнизу; б – по коньку К3, К4 – арматурные каркасы по типовому проекту

Для приведения конструкции типовой (Т) рамы и новой (Н) расчетной схемы к сопоставимым результатам возьмем соответствующие соотношения моментов  $M^T$  и  $M^H$  по сечениям 1–1 и 2–2:

$$\frac{M_{1-1}^T}{M_{2-2}^T} = \frac{988,74}{63,99} = 15,40 \quad \text{и} \quad \frac{M_{1-1}^H}{M_{2-2}^H} = \frac{231,70}{2,60} = 89,10$$

Поскольку первое отношение меньше второго, то применение пролетной вставки возможно без изменения типового армирования, т.е. последнего достаточно.

Таким образом, типовые трехшарнирные рамы принципиально могут использоваться с пролетными вставками по методу исчерпания несущей способности при уменьшении фактической нагрузки на них относительно расчетной.

В обосновании был взят минимальный шаг унифицированного ряда (1,50 кН/м) приведенных суммарных модульных нагрузок (см. табл. 3.5.3). Если принять раму с расчетной нагрузкой через шаг в этом ряду (3,0 кН/м), то длина вставки соответственно возрастет, а новая величина этой длины определяется аналогично.

Способ расширяет возможности применения типовых рам, обес-

печивая межрайонную строительно-климатическую унификацию и типизацию. Увеличение пролета зданий за счет длины пролетной вставки повышает объемно-планировочные и технологические возможности при тех же типовых конструкциях.

На данном примере видно, что при расчете Г-образных полурам с пролетными вставками решается обратная задача: по имеющимся архитектурно-конструктивно-технологическим данным (классу бетона, проценту армирования, геометрическим характеристикам сечений стоек и ригелей и др.) Находится максимально возможная длина вставки, соответствующая фактической нагрузке, которая принимается равной типовой нагрузке в эквивалентном воздействии на предельное состояние конструкции. Расчетная длина вставки может находиться приемом последовательного приближения новых усилий в полураме к их типовым значениям [в.10].

Рассмотренная ранее на рис. 5.1.14, 5.1.15 конструкция с переменными габаритными размерами Г-образных полурам, разработана также на теоретических положениях модели сборной ИСС (см. раздел 3.4) при изменении пролета  $l_{var}$  постоянном шаге  $b_{const}$  и удельной модульной нагрузке  $q_{const}$ . В этом АКТ-решении [Г.51] дополнительно варьируемый принят параметр высоты каркаса  $h_{var}$ , что дает большее разнообразие объемно-планировочным решениям зданий при уменьшении количества типоразмеров сборных изделий.

#### **Исчерпание несущей способности: нетиповая привязка.**

Применение в типовом проектировании укрупненных модульных параметров, в частности, шага несущих конструкций обычно приводит к перерасходу материалов. Конструктивное решение, полученное приемом «удаляющейся» привязки соответственно выражению 3.4.4, позволяет при исчерпании несущей способности типовой балки решить дополнительно еще одну практическую задачу – образование бесшварного покрытия, например, производственного здания.

В покрытии (рис.5.2.6) ригели расположены между торцами продольных ребер плит в одной плоскости с ними. Опорные элементы – П-образные стальные подвески с полками на концах. Плиты в собственной плоскости зафиксированы от горизонтальных смещений ригелями как разделяющими элементами в жестком диске покрытия. Ригели средних шагов нагружены полками по обе стороны одинаково; крайние плиты заделаны в стенах.

Последовательно укладываемые плиты между ригелями увеличивают длину здания с каждым шагом на толщину ригеля. При количестве шагов  $n$  и толщине ригеля  $b$  увеличение длины здания будет равным  $b(n-1)$ . Плиты имеют номинальную длину, равную шагу (они не укорочены как, например, в сериях ИИ-04, 1.020-1). Такое располо-



жение плит и ригелей уменьшает высоту здания на высоту основного ребра плиты.

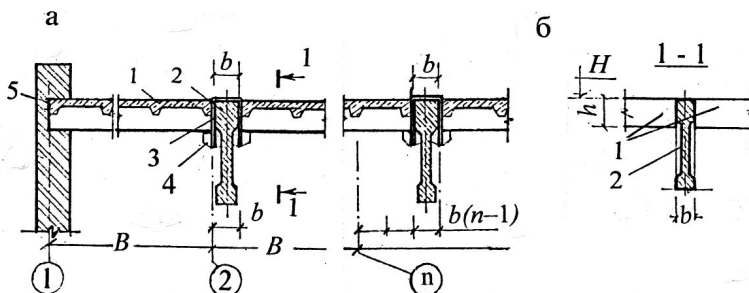


Рис. 5.2.6 – Прием «удаляющейся» привязки, исчерпывающий несущую способность пролетной конструкции в бесшарном покрытии

а – конструктивное решение, продольный разрез; б – то же, поперечный: 1 – плита; 2 – ригель; 3 – фиксирующий элемент; 4 – опорная полка; 5 – упор;  $B$  – шаг ригелей;  $n$  – количество шагов;  $b$ ,  $h$  – ширина, высота полки ригеля;  $H$  – высота здания

**Пример 5.2.3.** По МКРС, определяющей модульную грузовую площадь на плиты размерами  $6 \times 1,5$ ;  $6 \times 3$  или  $12 \times 1,5$ ;  $12 \times 3$  м, решение дает перегрузку ригелей, рассчитанных по предельным состояниям. Перегрузка будет численно равна величине  $b \times B$ , где  $B$  – размер шага (рис. 5.2.7).

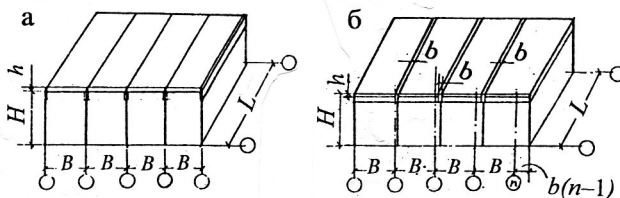


Рис. 5.2.7 – Схемы к обоснованию экономичности бесшарного покрытия  
а, б – базовый и предложенный варианты;  $L$  – пролет;  $B$ ,  $b$ ,  $H$ ,  $h$ ,  $n$  – см. рис. 5.2.6

Для плит шириной 1,5 м перегрузка на ригели составляет 4%, а 3 м – 2%, т.к. при  $b = 0,24$  м приращение нагрузки  $\Delta q_n$  для шага 6 м:

$$\Delta q_n^{6 \times 1,5} = \frac{bB}{Bl} = \frac{0,24 \cdot 1,5}{1,512} = 0,04; \quad \Delta q_n^{6 \times 3} = \frac{0,24 \cdot 3,0}{3,06} = 0,04,$$

а для шага 12 м:

$$\Delta q_n^{12 \times 1,5} = \frac{0,24 \cdot 1,5}{1,512} = 0,02; \quad \Delta q_n^{12 \times 3} = \frac{0,24 \cdot 3,0}{3,012} = 0,02$$

На 1 пог. м пролета балки покрытия перегрузка составляет 1,3%.

Для плит покрытий перегрузки не будет, т.к. их расчетная длина прежняя. Поскольку изгибающий момент в балке определяется выражением  $M_{II} = ql^2/8$  [26, с.228], то при постоянном пролете  $l_{const}$  увеличение  $M_{II}$  при  $q = Q_{var}$  происходит аддитивно. Таким образом, решение применимо при уменьшении массы покрытия на 1 пог. м пролета на 1,3%, например, при бескровельном покрытии.

Увеличение длины покрытия одновременно с увеличением объема здания ведет к росту расхода материалов на стены по периметру здания. При этом за счет уменьшения строительной высоты покрытия уменьшается объем здания и снижается расход материалов на стены по их высоте. Значит, имеют место взаимно противоположные тенденции, требующие проверки экономичности.

Согласно рис. 5.2.7,а объем материала стен  $V_3$ , закрывающий высоту плит покрытия, равен

$$V_3 = 2h(nB + L). \quad (5.2.1)$$

Этот объем соответствует экономии материала согласно новому АКТ-решению.

По рис. 5.2.7,б находим, что объем материала стен  $V_P$ , закрывающий зазоры между плитами (и увеличивающими длину здания) при укладке с разделяющими их ригелями, равен

$$V_P = 2b(n - 1)H. \quad (5.2.2)$$

Этот объем соответствует увеличению расхода материала, обусловленному предложенным АКТ-решением.

Примем условно длину здания, равной двум шагам  $n = 2$ , а высоту здания  $h$ , равной половине периметра стен здания  $h = 0,5P$ . Тогда

$$V_3 = hP \quad \text{и} \quad V_P = bP. \quad (5.2.3)$$

Если учесть, что высота плиты  $h = 30$  см и толщина ригеля  $b = 24$  см примерно равны между собой, то  $V_3 \approx V_P$ .

Значит, объем сэкономленного материала по высоте стен равен объему перерасходованного материала по их периметру, но при условии, что высота здания равна половине его периметра. Например, при шаге  $B = 6$  м, количестве шагов  $n = 2$  и пролете  $L = 18$  м периметр  $P = 60$  м, а половина его – 30 м. Новое решение не дает экономии материалов при высоте одноэтажного здания  $H > 30$  м.

Обоснование может быть проще. Примем, что экономия материала на стенах достигается соответственно длине плит  $B$ , а перерас-

ход – толщине балки  $b$ . При значениях  $B=6$  м и  $b=0,24$  м получим их отношение – преобладание экономии над затратами, равное 25.

Покрытие, упрощая конструкцию, повышает его жесткость как диска в бессварном решении. Дополнительным эффектом является увеличение длины здания без увеличения его стоимости за счет уменьшения высоты здания.

Прием «удаляющейся» привязки математически подобен систематически накапливаемой ошибке. В практике строительства это соответствует последовательному смещению поперечных осей в зданиях большой протяженности при геодезической разбивке, что приводит к осложнениям в монтаже из-за несовпадения разбивочных осей с номинальными размерами конструкций. Данное решение исключает подобную ошибку и, следовательно, работы по сдвигке рам в номинальные положения.

Примененный прием «удаляющейся» привязки можно рассматривать как частный случай метода «скользящего» шага (с. 41, нижний абзац) [38]. В отличие от последнего, прием не требует доборных элементов и предполагает использование в каркасных системах с самонесущими стенами из мелкоштучных материалов или с панельными стенами, имеющими укрупненно-дробные размеры длины панелей (по «резательной» технологии производства).

**Компенсация несущей способности: переменный шаг.** Метод *компенсации дефицита несущей способности* конструкций получен на положениях обобщенной модульной системы при переменной удельной модульной нагрузке  $q_{var}$ , изменяющемся шаге  $b_{var}$ , постоянном пролете  $l_{const}$  и неизменной общей модульной нагрузке  $Q_{const}$ , приходящейся на одну поперечную раму, т.е. вариант соответствует аддитивному случаю по выражению 3.4.8.

Конструктивные каркасные схемы с переменным шагом, приведенные на рис. 5.2.8, решают задачу по уменьшению номенклатуры изделий путем расширения области их применения, а также по экономии материала в промежуточных значениях унифицированного ряда нагрузок.

Способ образования каркаса включает установку поперечных рам, например, колонн и балок в количестве, определяемом величиной шага, исчерпывающей их несущую способность от расчетной нагрузки, приходящейся на грузовую площадь. При установке рам изменяют величину стандартной нагрузки  $q_c$ , на которую рассчитаны типовые элементы, и принимают ее равной фактической нагрузке  $q_{ф}$ . Величина фактической нагрузки может отличаться от стандартной, в связи с использованием рам в другом климатическом районе или с иным типом покрытия, имеющим собственные массы большие или меньшие расчет-

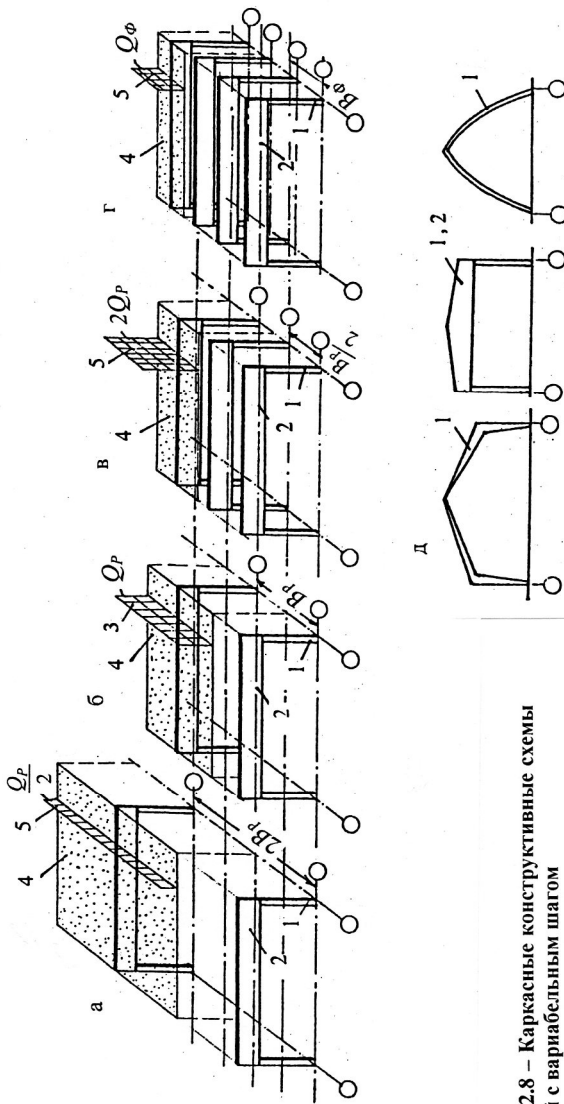


Рис. 5.2.8 – Каркасные конструктивные схемы зданий с варибельным шагом

а, б, в, г – примеры варибельности шага плоскостных рам; д – примеры возможных схем рамных и арочных каркасов; 1, 2 – несущие конструкции; 3 – расчетная нагрузка; 4 – грузовая модульная площадь; 5 – фактические нагрузки

ных. Возможно использование элементов каркаса в зданиях другого технологического назначения с избытком или недостатком несущей способности по смежному типоразмеру конструкции в модульном ряду нормативных нагрузок по табл. 3.5.3. При таком подходе можно изменить количество рам в общей длине здания.

Расчетную и фактическую нагрузки берут по удельным величинам, приходящимся на единицу длины пролета или модульной грузовой площади (пог. м, м<sup>2</sup>). Во всех случаях, когда  $q_p > q_\phi$ ,  $q_p < q_\phi$ ,  $q_p = q_\phi$ , произведение величины модульной грузовой площади, включающей величину шага, на удельную модульную нагрузку (фактическую или стандартную) является величиной постоянной и равной суммарной приведенной модульной нагрузке на покрытие, которая исчерпывает несущую способность рам. При неизменном пролете несущих элементов поперечных рам суммарная приведенная нагрузка на покрытие может быть постоянной при изменяющейся удельной модульной нагрузке (здесь: фактической относительно нормативной) за счет соответствующего изменения величины модульного шага.

Величина шага, при которой достигается предельное состояние несущей способности каркаса от действия фактической нагрузки, определяется выражением

$$B_\phi = \frac{Q_C}{Q_\phi} B_C, \quad (5.2.4)$$

где  $B_C$ ,  $B_\phi$  – соответственно стандартный, фактический шаг, м;

$Q_C$ ,  $Q_\phi$  – стандартная (нормативная), фактическая (принимаемая) нагрузка, например, в модульном выражении  $M_H$  по табл. 3.4.3.

Физический смысл выражения (5.2.4) состоит в том, что фактический шаг  $B_\phi$  принимают большим стандартного  $B_C$ , если фактическая нагрузка  $Q_\phi$  меньше стандартной  $Q_C$  в обратном пропорциональной зависимости соответственно свойству аддитивности согласно выражению 3.5.10.

**Пример 5.2.4. Вариант 1.** Имеются типовые поперечные рамы стоечно-балочной конструктивной схемы с удельной нагрузкой, например,  $90M_H$  по табл. 3.5.3, т.е. модульной суммарной приведенной расчетной. Предельное состояние рам (арок и т.п.) по несущей способности соответствует стандартному шагу 6 м (рис. 5.2.8,б). Это означает, что элементы рам используют в каком-либо заданном климатическом районе при какой-то заданной конструкции покрытия и т.п.

Такой вариант соответствует случаю, при котором совпадают фактические и расчетные условия работы строительных конструкций с унифицированным рядом приведенной суммарной нагрузки на покры-

тие в модульном выражении. Для каждого значения унифицированного ряда нагрузки существует отдельный типоразмер элемента по несущей способности. Согласно исходным данным  $Q_C = Q_\phi$ . По выражению (5.2.4) получим  $B_\phi = B_C = 6$  м, поскольку

$$B_\phi = \frac{90M_H}{90M_H} \cdot 6 = 6 \text{ м.}$$

*Вариант 2.* Использовать элементы рамы предыдущего примера в ином климатическом районе, с другой конструкцией покрытия и т.п. при  $Q_\phi = 45M_H$ . Поскольку  $Q_C = 90M_H$ ,  $B_C = 6$  м, по выражению (5.2.4) получим:

$$B_\phi = \frac{90M_H}{45M_H} \cdot 6 = 12 \text{ м.}$$

Таким образом, фактический шаг должен быть в два раза большим, что позволяет использовать несущие конструкции, запроектированные на шаг 6 м, если фактическая нагрузка в два раза меньше стандартной (рис. 5.2.8,а).

*Вариант 3.* То же, что в предыдущем примере, но при фактической нагрузке  $Q_\phi = 180M_H$ . Тогда

$$B_\phi = \frac{90M_H}{180M_H} \cdot 6 = 3 \text{ м.}$$

Следовательно, те же стандартные конструкции могут использоваться с шагом каркаса в два раза меньшим при фактической нагрузке в два раза большей стандартной (рис. 5.2.8,в).

*Вариант 4.* Аналогично варианту 2 примем  $Q_\phi = 120M_H$ . Остальные условия те же. Тогда

$$B_\phi = \frac{90M_H}{120M_H} \cdot 6 = 4,5 \text{ м.}$$

*Вариант 5.* Аналогично варианту 2 примем  $Q_\phi = 105M_H$ . Тогда

$$B_\phi = \frac{90M_H}{105M_H} \cdot 6 = 5,16.$$

Округляем полученный результат до значения, кратного основному модулю, в выгодную для несущих конструкций сторону и получим шаг, равный 5,1 м (рис. 5.2.8,г).

*Вариант 6.* Примем за исходное значение стандартной нагрузки из унифицированного ряда, например  $Q_C = 180M_H$ . Несущие конструкции, соответствующие этому значению стандартной нагрузки, используем с фактической нагрузкой  $Q_\phi = 210M_H$ . Фактический шаг в данном случае после округления тоже равен 5,1 м.

Варианты 2, 3 и 4 иллюстрируют образование каркасов с применением стандартных ограждающих элементов для стен и покрытий длиной соответственно 3; 4,5 и 12 м в то время как каркас был предназначен (согласно варианту 1) для использования стандартных ограждений длиной только 6 м. Сборные конструкции с полученными значениями длины имеются в типовой номенклатуре для промышленных и сельскохозяйственных зданий.

Варианты 5 и 6 иллюстрируют соответствие стандартных конструкций на различные нагрузки из унифицированного ряда шагам, отличающимся от укрупненных модульных шагов. Видно, что разные конструкции дают одинаковый шаг при соответствующих величинах нагружения, равно, как одинаковые конструкции могут использоваться с разным шагом. Эти варианты также соответствуют образованию зданий с неполными каркасами, возводимых со стенами и покрытиями из построечных материалов, поскольку для таких случаев отсутствует типовая номенклатура ограждающих изделий с укрупненно-дробными значениями длины.

Следовательно, целесообразно производство сборных элементов с укрупненно-дробными рядами шагов их длины типа 3,3; 3,6; 3,9 м и т.д. Предложенный способ компенсирует недостаток несущей способности элементов каркасов, а также исчерпывает ее избыток, создавая при этом экономию материалов за счет фактической работы несущих конструкций по предельным состояниям.

Рассмотренные варианты сокращают номенклатуру, поскольку любая из типовых конструкций используется при нескольких смежных значениях нагрузок в их ряду. При парах конструкций под кратные нагрузки  $30M_H$  и  $60M_H$ ,  $45M_H$  и  $90M_H$ ,  $60M_H$  и  $120M_H$ ,  $75M_H$  и  $150M_H$ ,  $90M_H$  и  $180M_H$ ,  $105M_H$  и  $210M_H$ ,  $120M_H$  и  $240M_H$ ,  $150M_H$  и  $300M_H$  по табл. 3.5.3 обеспечивается формальная разнозаменяемость т.е. без конструктивно-технологической подгонки, поскольку используются сборные плиты серийного производства с кратными длинами: 6 и 12 м; 3 и 6 м; 4,5 и 9 м (последняя в случае изготовления плиты этого размера как типовой).

Остальные варианты применения стандартных изделий соответствуют неформальной разнозаменяемости, поскольку не укрупненный унифицированный шаг между конструкциями обязывает использование построечных ограждений, т.е. «подгонку», но не типовых констру-

кий покрытия, а стен. При укрупненно-дробных размерах длины панелей стен и плит покрытия все варианты будут согласовываться с формальной разнотенемостью, т.к. будут использоваться сборные ограждения «без подгонки».

Чем меньше шаг модульного ряда значений расчетной нагрузки, тем меньше перерасход материалов при нормативном использовании конструкций, т.к. они соответствуют меньшему диапазону крайних значений нагрузок, в котором могут отклоняться без достижения предельного состояния. Однако при этом возрастает количество партий серийных изделий, а объемы этих партий уменьшаются.

Например, между значениями  $180M_H$  и  $210M_H$  можно установить дополнительный ряд значений:  $185M_H$ ,  $190M_H$  и т.д. с шагом ряда  $5M_H$ . При таком дроблении увеличивается стоимость сборных изделий, а промышленное производство превращается в мелкосерийное.

Из приведенных примеров *укрупненного конструктивно-компоновочного расчета* видно, что объем серийных партий и номенклатура сборных изделий взаимосвязаны.

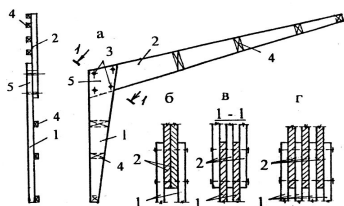
Кроме уменьшения номенклатуры предложенное решение также позволяет: во-первых, не изготавливать рамы с несущей способностью, например, под нагрузки  $80M_H$ ,  $85M_H$  и т.д. (которые могли бы быть при установке на экономию материала); во-вторых, раму с несущей способностью, например, под нагрузку  $150M_H$  можно исключить и использовать смежные рамы под нагрузки  $120M_H$  или  $180M_H$ . Эти варианты применимы при ограждающих элементах с укрупненно-дробными модульными размерами.

Метод компенсации несущей способности может иметь другие формы конструктивного использования, например, как *метод не вынужденного усиления*.

**Вариабельность: количество структурных модулей.** Решение, приведенное на рис. 5.2.9, соответствует частному случаю согласно выражениям (3.4.12)—(3.4.14). Цель – увеличение унифицированного ряда значений несущей способности рам, например, для различных строительного-климатических районов и разных архитектурно-конструктивных типов покрытий при уменьшении номенклатуры сборных элементов.

Поставленная цель достигается способом изготовления составных рам из сборных элементов – стоек и ригелей, имеющих модульную несущую способность, с последующим образованием из них поштучным набором комплектов с требуемым количеством однотипных структурных модулей (изделий) соответственно модульной фактической нагрузке, приходящейся на модульную грузовую площадь покрытия одноэтажного здания. Комплекты стоек и ригелей объединяют ме-





**Рис. 5.2.9 – Составная Г-образная полу-рама из элементов с модульной несущей способностью**

а – общий вид, сбоку и спереди; б, в, г – варианты комплектования стоек и ригелей: 1 – стойки с модульной несущей способностью; 2 – то же, ригели; 3 – детали крепления; 4 – прокладки; 5 – узел сопряжения элементов

жду собой (сваркой, склеиванием, крепежными деталями и др.) с чередованием в карнизном узле разноименных элементов.

В каждом из комплектов стоек и ригелей количество одноименных элементов кратно их модульной несущей способности относительно общей несущей способности стоек и ригелей в рамах.

Несущую способность рам задают согласно модульному ряду нагрузки на покрытие, прикладываемой на модульные грузовые площади (по выражению 3.4.11). Количество однотипных элементов  $n_M$  с модульной несущей способностью в одноименных комплектах берут по соотношению

$$n_M = \frac{M_y}{m_y}, \quad (5.2.5)$$

где  $M_y$  – наибольшее усилие в элементах (или их несущая способность) от нагрузки из ряда ее модульных значений;

$m_y$  – модульное усилие в единичном элементе (или его несущая способность) из некоторого унифицированного ряда их значений.

Модульную несущую способность однотипных элементов (стоек, ригелей) принимают согласно расчету по наибольшему усилию, которое выдерживает рассчитываемый элемент по предельному состоянию, учитывая выражения 3.4.12—3.4.17.

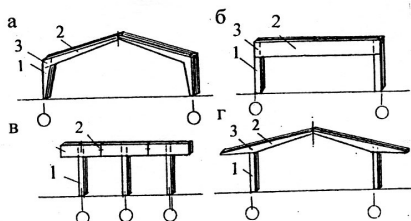
Для образования составных рам могут использоваться сборные элементы из пиломатериалов, водостойкой фанеры, армоцементных и других плоских изделий. Симметрия в чередовании разноименных элементов в узле сопряжения и возможность образования комплектов обеспечивается посредством прокладок (бобышек и т.п.) Той же толщины, что и модульные элементы. Прокладки размещены по длине элементов с шагом, обеспечивающим совместную работу элементов стоек и ригелей, исключаящую местную потерю устойчивости при из-

гибе единичных элементов.

Данным конструктивным приемом компенсируется *неаддитивность* зависимости несущей способности сжато-изогнутых элементов от величины нагрузки на них из-за влияния продольной гибкости. При таких *квазиаддитивных* решениях возможно применение теоретических положений, полученных для аддитивных архитектурно-строительных систем (см. раздел 3.5), т.е. соответствующих критериальному выражению (3.5.10).

Примеры других конструктивных решений составных рам, в которых возможно применение метода модульной несущей способности из составных элементами приведены на рис. 5.2.10.

При изменении величины нагрузки или грузовой площади соответственно изменяют количество единичных элементов с модульной несущей способностью, причем в стойках и ригелях рам может быть неодинаковое число элементов согласно эпюрам усилий в них. Данный способ образования рам применим также к случаям с переменными шагом и пролетом, т.е. при изменении величины шага и пролета количество типоразмеров модульных элементов может не изменяться и, наоборот.



**Рис. 5.2.10 – Примеры конструкций составных рам из элементов с модульной несущей способностью**

а – трехшарнирной из Г-образных элементов; б – бесшарнирной из П-образных элементов; в – двухпролетной из Т-образных элементов; г – шарнирной двухконсольной; 1 – стойки; 2 – ригели; 3 – узлы сопряжения элементов

**Пример 5.2.5. Вариант 1.** Имеется ряд модульной расчетной нагрузки на покрытие производственного здания, приведенный в табл. 3.5.3. Примем укрупненный модуль несущей способности, которой обладает элемент,  $m = 30M_H$ . При равенстве максимального изгибающего момента в ригеле и стойке согласно выражению (5.2.5) получим:

$$n_1 = \frac{30M_H}{30M_H} = 1; n_2 = \frac{45M_H}{30M_H} = 1,5; n_3 = \frac{60M_H}{30M_H} = 2; \text{ и так далее: } 2,5; 3; 4;$$

4,5; 5; 6,5; 7; 8; 9; 10. Четные значения  $n_2, n_4$  и далее – не целые величины, что требует введения дробного модульного элемента по несущей способности, соответствующего  $15M_H$ , для получения единичного

элемента с кратной несущей способностью (в 2 раза меньшей).

*Вариант 2.* Примем наибольшее усилие в ригеле в 2 раза бóльшим, чем в стойке. Тогда количество модульных элементов в стойке останется прежним, а в ригеле согласно выражению (5.2.5) удвоится и составит ряд: 2, 3, 5, ..., 20.

В вариантах 1, 2 приведен укрупненный метод конструктивно-компоновочного расчета, как и в вариантах предыдущего примера, отражающий способ образования составных рам, комплектуемых из структурных модулей, обладающих модульной несущей способностью.

Можно взять конкретный шаг рам, например, 6 м, собрать нагрузки на раму с модульной грузовой площади и принять ее равной ближайшей величине из модульного ряда по табл. 3.5.3, определить расчетные усилия в раме соответственно ее расчетной схеме и округлить их также до ближайшего модульного значения. Затем рассчитать конструкции по СНиП [203, 204] и др.

Принимая расчетные усилия равными укрупненным модульным значениям, определяется количество структурных элементов с модульной несущей способностью в конструкциях (как в примерах, приведенных выше). Проверяется местная устойчивость при разных количествах модульных элементов в конструкциях рамы и уточняется количество соединительных деталей по длине конструкции.

Методика укрупненного расчета показывает возможность одним типоразмером структурного модуля удовлетворить весь модульный ряд приведенных суммарных нагрузок на покрытие здания. Однако в связи с многоэлементностью составных рам в верхних пределах значений приведенных нагрузок на покрытие их ряд может быть разбит на группы, например, образуя производный ряд укрупненных модулей под нагрузки  $15M_H$ ,  $30M_H$ ,  $75M_H$ ,  $90M_H$ . В таком случае основной ряд приведенной нагрузки на покрытие удовлетворится четырьмя модулями по несущей способности.

Номенклатура сборных элементов, соответствующая исходному модульному ряду, позволяет получить требуемую номенклатуру составных конструкций, основой которой является ОМКС (здесь: с модульной несущей способностью). Данное решение дает коэффициент унификации  $K_y = 3,25$  для рам с однозначными геометрическими параметрами.

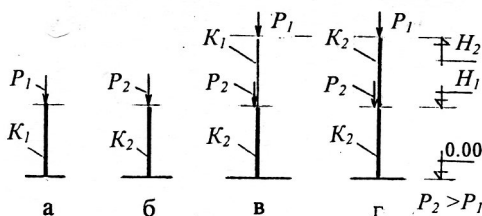
Способ образования рам из составных структурных модулей с модульной несущей способностью снижает номенклатуру изделий, расширяет расчетно-проектные районы их применения, обеспечивает конструктивно-компоновочную «гибкость». Решение может использоваться для стоечно-балочных, рамных и других каркасов (рис. 5.2.10)

одноэтажных зданий различного назначения

**Вариабельность: количество конструктивных модулей в многоэтажных зданиях.** Аналогами являются типовые каркасы зданий, которые имеют принципиальное общее свойство, являющееся следствием нормативных основ типизации и унификации. Это – уменьшенная номенклатура конструкций для увеличения объемов их серийных партий за счет укрупнения габаритных объемно-планировочных параметров ( $L_o$ ,  $B_o$ ,  $H_o$  и др.) зданий и укрупнения шага унифицированного ряда несущей способности конструкций (например, межвидового каркаса с.1.020-1/87).

Каркас многоэтажного здания в обобщенной модульной системе характеризуется тем, что колонны одного типа и размера могут использоваться на любом этаже от первого до, например, пятого. Модульные грузовые площади на колонны в пределах этажа отличаются относительно друг друга в 4 раза (по выражениям 3.5.4), а между этажами –  $4 \cdot 5$ , т.е. в 20 раз (по выражению 3.5.5).

Под каждую из грузовых площадей соотношение количества типоразмеров и несущих способностей колонн принимается по следующей логической схеме. Есть колонна  $K_1$  под нагрузку  $P_1$  (рис. 5.2.11,а). Эту колонну нельзя использовать под нагрузку  $P_2$ , если  $P_2 > P_1$ . Для этого необходим другой типоразмер колонны  $K_2$ , соответствующий нагрузке  $P_2$  (рис. 5.2.11, б). И так далее. Используем колонны  $K_1$ ,  $K_2$  в многоэтажном здании. Согласно их несущим способностям колонна  $K_1$  будет на верхнем этаже, а колонна  $K_2$  – на нижнем (рис. 5.2.11,в).



**Рис. 5.2.11 – Схемы к логическому анализу соотношения количества типоразмеров и несущей способности колонн в многоэтажной раме**  
 $K_1$ ,  $K_2$  – типоразмеры колонн;  $P_1$ ,  $P_2$  – соответствующие колоннам нагрузки от ригелей

Поставим задачу уменьшить номенклатуру колонн. Для этого необходимо на всех этажах применить колонну  $K_2$ , т.к. колонна  $K_1$  не удовлетворяет условиям несущей способности на нижнем этаже (рис. 5.2.11,г). Номенклатура колонн уменьшилась согласно выражению (3.5.7) в  $n_1$  раз, где  $n_1$  – число этажей. Однако одновременно увеличил-

ся расход материалов (арматуры и др.). Учитывая количество грузовых площадей по этажам, расход материалов увеличится еще (по несущей способности, не в физических объемах) в  $n_2$  раза, где  $n_2$  – число грузовых площадей на колонну в зависимости от ее положения в плане.

Возникает техническое противоречие: снижение номенклатуры колонн повышает объем серийных партий и делает целесообразным их заводское производство, но при этом увеличивается перерасход материалов и, наоборот.

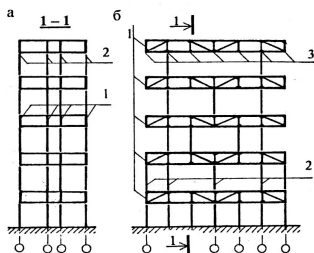
Усложним задачу: при уменьшении номенклатуры не допускать перерасхода материалов. Частичное решение известно [280, с.217]. Можно унифицировать типоразмеры колонн в пределах этажа; тогда при 5-ти этажном здании количество типоразмеров будет равно 5-ти и номенклатура уменьшится в 4 раза. Можно унифицировать колонны по высоте здания соответственно грузовым площадям; в этом случае номенклатура уменьшится в 5 раз. Во втором решении номенклатура меньше, но перерасход материалов больше.

Для высотных зданий известно, например, решение (а.с. 316829, Андреев В.С. и др., 1971), когда колонны унифицируются по ярусам в пределах 8-ми этажей, что увеличивает однотипность колонн для вышерасположенных ярусов, имеющих этажность кратную 8. Это решение дает перерасход материалов (тоже по несущей способности, не в натуральном выражении) в  $4 \cdot 8$ , т.е. в 32 раза.

Известных конструктивных решений, полностью снимающих отмеченное техническое противоречие, нет.

Искомое решение может быть получено на положениях ОМКС для случая, когда  $n_{var}$ , где  $n$  – число колонн в многоэтажном здании. Выражения (3.5.8), (3.5.9) соответствуют АКТ-решению, приведенному ниже. В этом решении рассматривается теоретическая задача – максимально сократить номенклатуру колонн многоэтажного здания при полном соответствии их несущей способности независимо от положения в модульном координационном объеме здания. Прием решения – *дробление*, но не геометрических параметров (т.е. по форме), а *общей модульной несущей способности* конструкцийкратно *единичной модульной несущей способности* (т.е. по содержанию).

Продольная рама многоэтажного здания (рис. 5.2.12) образована однотипоразмерными ригелями в виде ферм (или балок-диафрагм) высотой на этаж и однотипоразмерными колоннами. Верхний этаж имеет две колонны, сечение которых соответствует нагрузке от покрытия. На каждом следующем этаже продольная рама включает дополнительные колонны той же несущей способности; их количество увеличивается от верхнего этажа к нижнему и определяется нагрузкой от вышележащих перекрытий. Фермы имеют число опорных участков, ра-



**Рис. 5.2.12 – Продольная рама каркаса здания с модульными по несущей способности колоннами одного унифицированного типа-размера**

а, б – фронтальный и боковой вид;  
1 – ферма высотой на этаж; 2 – колонна единичной модульной несущей способности; 3 – опорные участки

вное числу колонн на самом нижнем этаже (для типизации). Они же, образуя жесткие диски, обеспечивают равномерное распределение нагрузки от перекрытий на каждую из колонн независимо от размера шага между ними.

Таким образом, на любом этаже нагрузка, приходящаяся на одну колонну, будет одинаковой и минимальной (единичной модульной), обуславливая однотипоразмерность колонн при минимальном их сечении и армировании. Увеличение количества соединений с ригелями от верхнего этажа к нижнему повышает жесткость и устойчивость продольной рамы в том же направлении [Г.41].

Для 5-ти этажного здания уменьшается расход арматуры за счет одного типа и типоразмера колонны при повышении коэффициента унификации –  $K_y = 20$ . Задача решена при условии, что нагрузка от покрытия любого этажа распределяется между колоннами нижерасположенного этажа равномерно. Тогда колонны могут быть одинаковыми по деформационно-прочностным характеристикам (армированию, сечению, гибкости, прочности и др.). Пролетной конструкцией, обладающей жесткостью в собственной плоскости, является ферма (балка) высотой на этаж, позволяющая увеличить пролет без потерь полезного объема здания. Принципиальная схема, поясняющая данное положение, приведена на рис. 5.2.13.

Другим положением, требующим обоснования, является экономия материала. Очевидно, что экономится только арматура, а расход бетона увеличивается при унификации сечения во столько раз, во сколько возрастает количество колонн. Типовые колонны многоэтажных зданий, например, с.1.020-1 имеют сечение колонн  $40 \times 40$  см для зданий от одно- до десятиэтажного. При уменьшении нагрузки в 4 раза сечение колонны может быть соответственно равным (условно)  $10 \times 40$  см, если не учитывать влияние продольного изгиба (рис. 5.2.14). Для

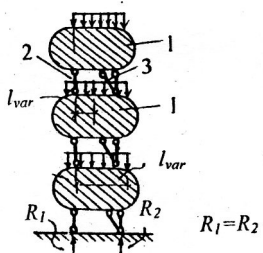


Рис. 5.2.13 – Схема к обоснованию равномерности распределения нагрузки от перекрытий на колонны

1 – недеформируемые диски; 2 – модульные колонны; 3 – связи

единичной модульной грузовой площади необходимо сечение еще в 4 раза меньшее, т.е.  $10 \times 10$  см. Однако такое сечение «неравномерно» с типовым по условию гибкости центрально нагруженного стержня.

Если колонну выполнить полый с равновеликой площадью живого сечения, то получим единичную модульную несущую способность и примерно равные характеристики по суммарной несущей способности и общему расходу бетона. Такой прием дает эквивалентное сечение колонны, но он показывает, что имеются конструктивные приемы, которыми может достигаться цель по снижению расхода материалов.

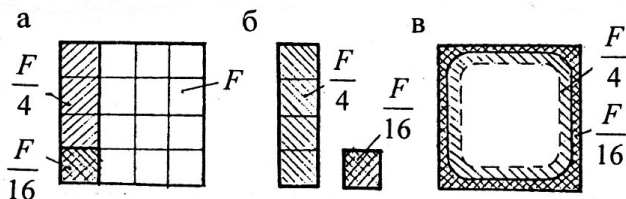


Рис. 5.2.14 – Прием образования сечения колонны модульной несущей способности равнопрочной по гибкости типовой колонне

а – унифицированное сечение типовой колонны; б – требуемое сечение по модульной несущей способности; в – эквивалентное типовому;  $F$  – сечение колонны

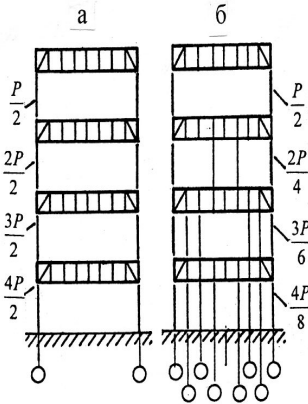
Использованные приемы принципиально известны [83, 102, 221], но поставленная задача рассматривается впервые применительно к модульному выражению и унификации модульной несущей способности.

**Пример 5.2.6.** Для проведения сравнительного анализа возьмем существенные факторы, приняв прочие факторы равными (рис. 5.2.15). Оценим степень неравномерности нагружения колонн при условии недеформируемости ригелей по аналогу [280, с.217] и по новому решению. Согласно рис. 5.2.15,а в четырехъярусной раме отношение нагрузки на наиболее нагруженную колонну к нагрузке на наименее нагруженную колонну (назовем такое соотношение коэффициентом неравномерности нагружения колонн  $K$ ) равно:

$$K = \frac{4P}{2} : \frac{2P}{2} = 4. \text{ То же по рис. 5.2.15,б:}$$

$$K_1 = \frac{4P}{8} : \frac{P}{2} = 1; K_2 = \frac{3P}{6} : \frac{2P}{2} = 1; K_3 = \frac{2P}{4} : \frac{P}{2} = 1; K_4 = \frac{P}{2} : \frac{P}{2} = 1,$$

где индексы 1, 2, 3, 4 – порядковые номера ярусов рамы,  
 $P$  – величина нагрузки от перекрытия.



**Рис. 5.2.15 – Расчетные схемы к сравнительному анализу унификации колонн**

а – решение по аналогу; б – предложенное решение;  $P$  – нагрузка на перекрытие

Таким образом, коэффициент неравномерности нагружения колонн по новому решению в 4 раза лучше, чем по аналогу. Если взять для сравнения количество колонн на этажах 5-ти ярусной рамы (рис. 5.2.12), получим следующие соотношения:

$$K_1 = 5P/7 : P/2 = 1,43; K_2 = 4P/5 : P/2 = 1,6; K_3 = 3P/4 : P/2 = 1,5;$$

$$K_4 = 2P/3 : P/2 = 1,3; K_5 = P/2 : P/2 = 1.$$

То же соотношение для 5-ти ярусного типового каркаса  $K = 5P/2 : P/2 = 5$ . Таким образом, новое решение улучшает коэффициент унификации  $K_y$  более чем в 3 раза (5:1,6).

Значит, равномерность нагружения колонн при некоторых допущениях может быть абсолютной, равной 1. Однако она реально отличается от нее (например, из-за неравенства нагрузок на покрытие и перекрытия), но степень приближения к ней зависит от методологии проектирования. Схема, приведенная на рис. 5.2.15,б, представляется как *идеальный* случай. Она приведена преимущественно с методической целью.

Так, данное решение якобы не соответствует известной закономерности: чем больше шаг унификации в параметрических рядах, тем больше перерасход материалов в конструкциях. Однако здесь нет противоречия, поскольку унификация в этом решении основана не только на геометрическом модуле пролета (или шага) колонн, а на обобщен-



ном модуле, включающем дополнительно модуль несущей способности этих колонн.

**Модульная теплоизоляционная панель для некапитальных зданий** (рис. 5.2.16). Модульность к проектированию теплоизоляционных качеств зданий также не применялась [например, 126]. Поставим цель – уменьшение количества типоразмеров комплектующих изделий и увеличение объема их серийных партий при расширении области использования этих изделий в зданиях с разной расчетной температурой воздуха помещений, в различных строительно-климатических районах без перерасхода материалов и ухудшения эксплуатационных качеств.

Изготовление каркасно-щитовой панели включает крепление на каркасе теплоизолирующих штучных элементов с образованием воздушных прослоек; элементы взаимозаменяемые модульные по размерам и по теплотехническим качествам. Теплоизоляционные (они же воздухо- и пароизоляционные) модули с единичным сопротивлением теплопередаче  $R_M^{TP}$  (а также воздухопроницаемостью  $R_{H(M)}$  и паропроницаемостью  $R_{D(M)}$ ) набирают в пакеты в количестве, равном требуемому сопротивлению теплопередаче кратно значению модуля.

Теплотехнические модули изготавливают из ДВП, ДСП, многослойной фанеры, гипсокартона, пенопласта и других материалов или в виде подрамников с пленочными материалами (полиэтилена, пергамина, рубероида и т.п.). Количеством модулей по высоте и ширине панели можно учитывать различие в градиентах температур у пола и потолка, а также в соседних помещениях.

**Пример 5.2.7.** Определить количество теплотехнических модулей из полиэтиленовой пленки на подрамнике толщиной 0,05 м при требуемом сопротивлении теплопередаче стеновой панели  $R^{TP} = 1,00 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ .

По СНиП [201] находим, что заданной толщине воздушной прослойки при отрицательной температуре соответствует  $R_{B.П.} = 0,17 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ ; сопротивление теплопередаче пленки в виду малости ее толщины ( $\delta_n = 2 \cdot 10^{-4} \text{ м}$ ) не учитывается, т.е.  $R_K = 0$ . Принимая за единый теплотехнический модуль  $R_M = R_H = 1/23 = 0,044$ , получим, что  $R_B = 1/8,6 = 0,12 \approx 3R'_M$ ,  $R_{B.П.} \approx 4R'_M$ .

Тогда согласно выражению (3.7.2)  $R_M = R_{B.П.}$  и, условно не учитывая сопротивление теплопередаче наружных поверхностей панели, получим

$$n_T = \frac{1,00 - (R'_M + 3R'_M)}{4R'_M} = \frac{0,836}{0,17} \approx 5 \quad (5.2.6)$$

подрамников, заключенных в каркас панели с наружной и внутренней

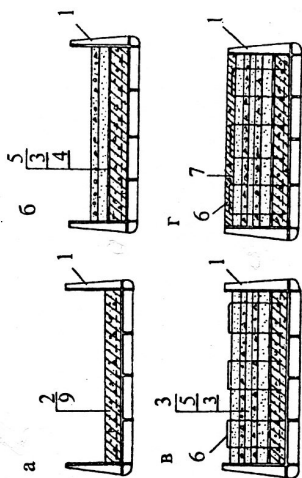


Рис. 5.2.17 – Способ изготовления многослойной стеновой панели

а—д – последовательность заполнения формы; 1 – форма; 2 – нижний слой из тяжелого бетона; 3 – листы рубероида; 4 – песок; 5 – средние слои из тяжелого бетона; 6 – поперечные связи; 7 – верхний слой из тяжелого бетона; 8 – воздушные прослойки; 9 – арматурная сетка или каркас

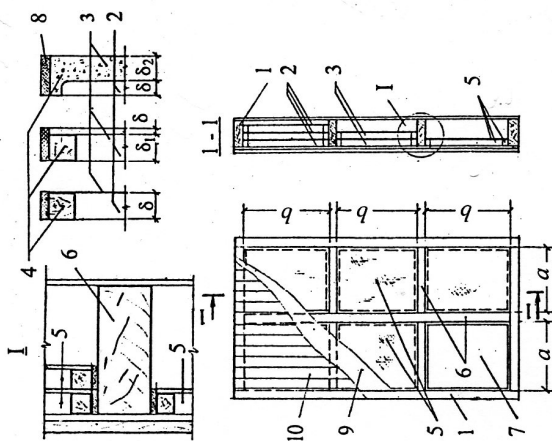


Рис. 5.2.16 – Каркасно-щитовая панель с теплоизолирующими модулями

1 – обвязка; 2 – слои изолирующего материала; 3 – воздушные прослойки; 4 – подрамники; 5 – теплоизолирующие модули; 6 – средники; 7 – полости; 8 – уплотнитель; 9, 10 – защитный и декоративный слои

облицовками, термические сопротивления которых могут быть учтены корректировкой теплотехнического расчета аналогично приведенному здесь. общая толщина панели –  $5 \cdot 0,05 = 0,25$  м (без толщины облицовок).

Способ позволяет учитывать небольшие градиенты температур воздуха, что дает экономии материалов из-за исключения излишней толщины ограждения; снижается число типоразмеров сборных панелей, т.к. одним типоразмером теплотехнического модуля можно обеспечить любое требуемое термическое сопротивление. Увеличивается объем серийных партий однотипных изделий, снижая их стоимость [В.25 ].

**Модульная теплоизоляционная панель для капитальных зданий.** При прекращении поставок пенопласта для трехслойных стеновых панелей ПСТ 6-33-25 с.1.832.1, используемых в животноводческих зданиях, на одном из заводов ЖБИ возникла проблема с дальнейшим производством этих панелей.

Временная замена пенопласта минераловатными матами привела к повышению расхода товарного бетона, утяжелению панели, снижению их теплотехнических качеств, перегрузке панелевозов, неустойчивой работе автокранов. Себестоимость панелей снизилась из-за разницы в стоимости утеплителей (пенопласт дороже), однако производство осталось убыточным, из-за директивно установленной низкой отпускной цены. В зданиях с панелями, ухудшающими температурно-влажностный режим помещений, можно предполагать снижение продуктивности скота, его падёж.

Конструктивно-технологическая задача состояла в том, чтобы уменьшить массу панели, исключить перерасход бетона, не ухудшая при этом теплотехнические качества относительно нормативных показателей в условиях отсутствия пенопласта и исключения минераловатных утеплителей.

Способ изготовления многослойной стеновой панели (рис. 5.2.17) состоит в последовательной укладке в горизонтальную форму нижнего слоя из бетонной смеси, среднего слоя, содержащего листы рубероида, песка и снова бетонной смеси. Слои соединяют между собой поперечными связями из арматуры, верхний и нижний участки которой заанкерены в наружных бетонных слоях. После виброуплотнения и термообработки производят распалубливание панели и кантование в вертикальное положение для удаления песка и образования вместо него воздушных прослоек. При этом листы рубероида гладкой стороной обращены к песку (для облегчения его удаления), а посыпкой – к бетонной смеси (для примонтичивания к ней). Чередование

горизонтальных слоев песка, рубероида и бетонной смеси производят многократно.

Стеновая панель, изготовленная данным способом, обеспечивает необходимые теплотехнические качества, повышая воздухо- и паронепроницаемость, что важно для животноводческих зданий, в частности для крупного рогатого скота (КРС), имеющих влажный режим помещений. Снижается стоимость панели до величины ниже директивной, их производство не зависит от поставщиков пенопласта [Г.44 ].

**Пример 5.2.8.** Исходные данные:  $t_B = 10^\circ\text{C}$  (для молодняка на откорме),  $t_B = 15^\circ\text{C}$  (для телятников); для других групп КРС технологические нормы предусматривают более низкую температуру,  $t_{н.х.с.} = -28^\circ\text{C}$ ,  $t_{н.х.л.} = -23^\circ\text{C}$  (для Харьковской обл.). Зона влажности района строительства – сухая, внутренний режим – влажный;  $\Delta t_H = 4,5^\circ\text{C}$ ,  $R^{TP} = 1,034 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$  [193, 201]. По формуле (3.6.1) получаем необходимое количество теплоизоляционных слоев:

$$n_T = \frac{1,034 - \left( \frac{1}{8,7} + \frac{0,1}{2,04} + \frac{0,05}{2,04} + \frac{1}{23} \right)}{0,14} - 1 = 7,$$

здесь: 0,1; 0,05 м – толщина соответственно внутреннего и наружного слоев бетона; 0,14  $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$  – термическое сопротивление воздушной прослойки толщиной 0,033 м; термическое сопротивление рубероида не учитывалось в запас расчета.

Конструкция удовлетворяет условиям требуемой тепловой инерции, отсутствия конденсата на внутренней поверхности, имеет повышенную воздухо- и паропроницаемость.

Технико-экономическим расчетом получено, что при цене панели 198 руб./ $\text{м}^3$  (до 1991 г.) ее производство с пенопластом было убыточно на 28,25 руб./шт. При объеме одного изделия  $3,9 \text{ м}^3$  и годовом производстве  $5063 \text{ м}^3$  убыток за год составлял около 52 тыс. руб. При замене пенопласта на 7 слоев рубероида дополнительные затраты составили 35,91 руб./шт. с учетом расхода песка  $0,3 \text{ м}^3/\text{шт.}$  Исключение пенопласта и полиэтиленовой пленки давало экономический эффект 52,72 руб./шт. или 73,62 тыс. руб. в год. Стоимость панели снизилась на 17% с 772 руб./шт. до 640 руб./шт.

Методика проектирования и конструирования ограждающих конструкций (цельных, составных, комплексных и др.) с соответствующими АКТ-решениями расширяет область использования теории обобщенной модульности в ее физико-технической составляющей. Она дает экономический, а также различные технические эффекты – сниже-

ние номенклатуры сборных конструкций, повышение уровня унификации, расширение области применения, уменьшение расхода материалов и др.

**Модульное соотношение несущей способности.** Приведем пример конструктивного решения, полученного этим методом.

Разборное хранилище сыпучих материалов (рис. 5.2.18), имеет каркас, наружные и внутренние силосные банки с эластичными стенками. Сечение внутренней банки вдвое меньше наружной, а высота ее – вдвое больше. В банках унифицирована толщина стенок участков по высоте уравниванием внутреннего и наружного давлений сыпучего материала; увеличивается объем хранилища [Г.21].

**Пример 5.2.9.** В расчете (рис. 5.2.18,б) размеры соответствуют капитальным силосным сооружениям [41, сс.5—26]. По СНиП [199, с.24] горизонтальное равномерно распределенное давление  $P$  по периметру сечения на стенку банки:

$$P = \frac{\gamma}{f} (1 - e^{-\lambda z / \rho}), \quad (5.2.7)$$

где  $\gamma$ ,  $f$  – удельный вес, коэффициент трения по стенке сыпучего;

$\rho = A/u$  – гидравлический радиус сечения банки;

$A$ ,  $u$  – площадь в  $\text{м}^2$  и периметр в м поперечного сечения банки;

$\lambda$  – коэффициент бокового давления сыпучего материала, определяемый выражением  $\lambda = \text{tg}^2(45^\circ - \varphi/2)$ ;

$\varphi$  – угол внутреннего трения сыпучего материала;

$z$  – расстояние от верха засыпки материала, м.

Примем: сыпучее – зерно,  $\gamma = 0,8 \text{ кН/м}^3$ ,  $\varphi = 25^\circ$ ,  $f = 0,4$ . Найдим  $A_{\varnothing 6} = \pi R^2 = 28,27 \text{ м}^2$ ;  $A_{\varnothing 3} = 7,07 \text{ м}^2$ ;  $u_{\varnothing 6} = 2\pi R = 18,85 \text{ м}$ ;  $u_{\varnothing 3} = 9,42 \text{ м}$ ;  $\lambda = \text{tg}^2(45^\circ - 25/2) = 0,31$ . Тогда  $\rho_{\varnothing 6} = 28,27:18,85 = 1,5 \text{ м}$ ,  $\rho_{\varnothing 3} = 7,07:9,42 = 0,75 \text{ м}$ .

Горизонтальное давление на стенку внутренней силосной банки на глубине 18 и 36 м:

$$P_{18}^{\varnothing 3} = \frac{0,8 \cdot 0,75}{0,4} \left( 1 - e^{-0,31 \cdot 0,4 \cdot 18 / 0,75} \right) = 1,5 \text{ кН/м}^2,$$

$$P_{36}^{\varnothing 3} = \frac{0,8 \cdot 0,75}{0,4} \left( 1 - e^{-0,31 \cdot 0,4 \cdot 36 / 0,75} \right) = 1,5 \text{ кН/м}^2,$$

а на стенку наружной банки на глубине 18 м (без внутренней банки)

$$P_{18}^{\varnothing 6} = 3,0 \text{ кН/м}^2.$$

Таким образом, давление на стенку внутренней банки при ее заполнении наполовину (участок II), наружной банки при заполнении внутренней и наружной банок одновременно (участок III), а также внутренней банки выше наружной при заполнении обеих банок полностью (участок I) будет одинаковым и равным:

$$P_{18}^{\varnothing 6} - P_{18}^{\varnothing 3} = 3,0 - 1,5 = 1,5 \text{ кН/м}^2.$$

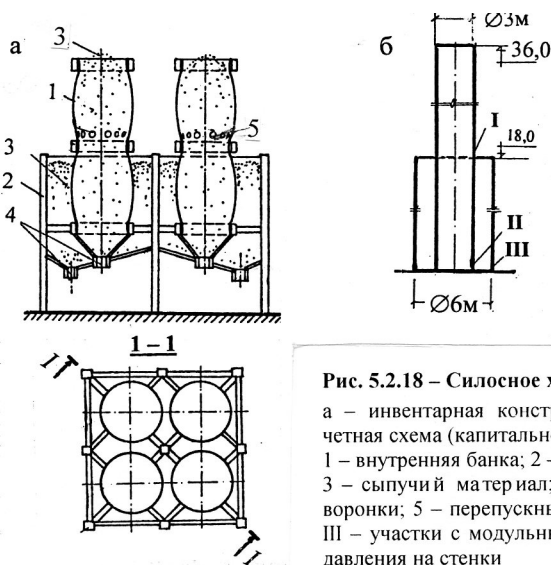


Рис. 5.2.18 – Силосное хранилище

а – инвентарная конструкция; б – расчетная схема (капитальное сооружение):  
1 – внутренняя банка; 2 – то же, наружная;  
3 – сыпучий материал; 4 – выпускные воронки; 5 – перепускные отверстия; I, II, III – участки с модульным соотношением давления на стенки

Следовательно, при унифицированных стенках силосных банок на участках I, II, III прочность наружной банки требуется в два раза меньшей в сравнении с обычным решением (без внутренней банки).

\*\*\*

В данном разделе рассмотрены АКТ-решения, полученные на основе положений Обобщенной модульной координации в строительстве (ОМКС). Эти примеры и методика укрупненных расчетов конструкций являются обоснованием достоверности методологии ИСС в отношении теории обобщенной модульности. Относительно традиционного проектирования строительных конструкций ОМКС расширяет область их применения, позволяет получить дополнительные положительные эффекты (технические, экономические и др.). Положения

ОМКС обеспечивают «гибкость» сборных и других ИСС в различных отношениях: по несущей способности, теплотехническим свойствам, конструктивно-функциональным возможностям и т.п., а также более высокий уровень унификации и типизации, увеличивая многообразие ИСС и сокращая номенклатуру сборных конструкций.

### **5.3. Комплексное применение обобщенных теорий заменяемости и модульности**

**Проблема области применения межвидового каркаса с.1.020-1/87.** Данная серия согласно проектной документации предназначена для многоэтажных общественных зданий, производственных и вспомогательных зданий промышленных предприятий.

Поставим цель, которая последовательно достигалась десятилетиями (см. раздел 1.2) – распространить область применения каркаса на жилищное строительство. Для этого сначала проведем сравнительный анализ межвидового каркаса и типовых жилых домов, возводимых в период массового жилищного строительства в 60—90-х гг.

**Каркас с.1.020-1/87 [232].** Сборный железобетонный каркас запроектирован по связевой схеме с шарнирной стыковкой ригелей и колонн. Пространственная устойчивость обеспечивается вертикальными диафрагмами жесткости, размещенными симметрично относительно координационных осей здания в обоих направлениях и соединенных сваркой с колоннами и между собою по высоте; количество диафрагм в одном температурном блоке – не менее трех. Жесткость перекрытий обеспечивается сваркой связевых плит с ригелями, заделкой швов и стыков раствором между всеми плитами.

*Конструктивные элементы:* колонны – многопролетные неразрезные балки, опертые на жесткие диски перекрытий, нагруженные продольно сжимающей силой и поперечными силами на опорах и в стыках колонн; ригели – однопролетные балки с шарнирными опорами, нагруженные статической вертикальной равномерно распределенной нагрузкой; плиты перекрытий – разрезные однопролетные балочного типа, нагруженные равномерно распределенной нагрузкой; диафрагмы – консольная жесткая балка-стенка, нагруженная продольной статической и поперечной динамической (ветровой) нагрузками.

Для перекрытий применены: многопустотные укороченные плиты с номинальными размерами (в модульных координационных осях) длины 3,0; 6,0; 7,2; 9,0 м для общественных и производственных зданий с обычной нагрузкой на перекрытия; ребристые сантехнические плиты пролетами 3,0; 6,0; 7,2; 9,0 м для зданий производственного

назначения с повышенными значениями нагрузок на перекрытия; ребристые укороченные плиты пролетом 6,0 м; плиты Т и ТТ пролетов 9,0 и 12,0 м укороченные для устройства зальных помещений.

**Таблица 5.3.1 – Габаритные схемы, образуемые номенклатурой изделий с.1.020-1/87 с перекрытиями из многопустотных плит и плит ТТ**

Пролет колонн <i>L</i> , м	Шаг колон <i>B</i> , м				
	3,0	6,0	7,2	9,0	12,0
3,0	■	●	■	■	■
6,0	●	●	■	■	■
7,2	■	■	■	■	—
9,0	—	●	■	■	—

Условные обозначения высот этажей:

- – 3,3; 3,6; 4,2 м;
- – 3,3; 3,6; 4,2; 4,8; 6,0; 7,2 м.

**Таблица 5.3.2 – Габаритные схемы, образуемые номенклатурой изделий с.1.020-1/87 с перекрытиями из ребристых плит**

Сетка колон, <i>L</i> × <i>B</i> , м	Временная нормативная нагрузка на перекрытия <i>q</i> , кгс/м <sup>2</sup> (кПа)	Этажность зданий при высоте этажа <i>H</i> или <i>H</i> + <i>H</i> <sub>1</sub>			
		3,6; 4,2	4,8; 6,0+4,8	6,0	7,2+6,0
6×6 (6+3+6)×6	1000 (10)	5	6		5
	1500 (15)		6	5	
	2000 (20)		5		4
9×6	750 (7,5)		6		5
	1000 (10)		6	5	4

Примечание. *H*<sub>1</sub> – высота первого этажа

*Вариантность объемно-планировочных* схем, обеспечиваемая номенклатурой изделий, позволяет проектировать здания, параметры габаритных схем которых по модульной координационной сетке колонн и по высоте этажей приведены в зависимости от типа плит перекрытий в табл. 5.3.1—5.3.2.

В состав номенклатуры изделий включены одноэтажные колонны-вставки и другие с дополнительными типоразмерами для зданий с нерегулярными по высоте габаритными схемами. Возможные в таких случаях габаритные схемы приведены в табл. 5.3.3.

Диапазон проектных нагрузок на каркас принят, исходя из расчетных равномерно распределенных нагрузок на перекрытия для общественных зданий и вспомогательных зданий промышленных предприятий согласно унифицированному ряду: 400, 600, 800, 1000, 1250, 1600 кгс/м<sup>2</sup>. Максимальные нагрузки на перекрытия для разных сеток



**Таблица 5.3.3 – Дополнительные габаритные схемы, образуемые из номенклатуры изделий с.1.020-1/87 с перекрытиями из ребристых плит**

№ этажа	Возможные сочетания высот этажа, м при этажности								
	2				3 и больше				
≥3	–				3,3; 3,6; 4,2; 4,8; 5,4; 6,0		3,3; 3,6; 4,2; 4,8; 5,4; 6,0		
2	3,3; 3,6; 4,2; 4,8; 5,4; 6,0	4,8	6,0				3,6	4,8	4,8; 6,0
1	3,6	4,2	4,8	6,0	4,8	6,0	4,8	4,8	6,0 7,2

колон в модульных координационных осях приведены в табл. 5.3.4. нагрузки соответствуют предельной несущей способности ригелей принятых пролетов с округлением до значений приведенного выше ряда. Расчетные нагрузки на ригели даны в табл. 5.3.5.

**Таблица 5.3.4 – Расчетные нагрузки на перекрытия  $q_n$ , кгс/м<sup>2</sup>, для гражданских и вспомогательных зданий (без собственного веса плит)**

Пролет ригелей $L$ , м	Шаг колонн в направлении плит $B$ , м			
	6,0	7,2	9,0	12,0
3,0	1600	1250	800	–
6,0	1600	1250	800	1250
7,2	800	600	400	–
9,0	1600	1000	800	600

**Таблица 5.3.5 – Расчетные нагрузки на ригели  $q_r$ , тс/пог. м (без собственного веса)**

Высота сечения, мм	Пролет $L$ , м	Двухполочные ригели при нагрузке				
		5,0	6,0	7,0	9,0	11,0
450	3,0	–	+	–	+	+
	6,0	+	+	+	+	+
	7,2	+	+	+	–	–
600	3,0	+	–	+	–	+
	6,0	+	–	+	+	+
	9,0	+	–	+	+	+

Номенклатура сборных строительных конструкций предусматривает три группы колонн: бесстыковые на всю высоту здания, стыковые многоэтажной и одноэтажной разрезки. В составе стыковых колонн многоэтажной разрезки имеются нижние, средние и верхние для зданий с этажами в 3,3; 3,6; 3,6 (4,8); 4,2; 4,8 (6,0); 6,0; 6,0 (7,2) м, в скобках – возможная высота первого этажа.

Для зданий с увеличенной высотой первого этажа предусмотрены нижние двухэтажные колоны для зданий:

- с рядовыми этажами высотой 3,6 м, высота первого этажа – 4,8 м;

- с этажами 4,8 м – первого 6,0 м;
- с высотой 6,0 м – 7,2 м.

Колонны с многоэтажной разрезкой обеспечивают количество этажей в здании от 1 до 12 высотой 3,6 м и до 10 этажей высотой 4,2 м (без верхнего технического этажа) с комбинациями высот, приведенных выше.

*Конструктивные решения изделий.* Колонны одно- и двухконсольные (соответственно крайние и средние) с типоразмерами по несущей способности консолей: 21; 33; 52,5 (60) тс, в скобках – для этажей 4,8; 6,0; 7,2 м; рассчитаны на невыгоднейшие сочетания нагрузок; квадратного сечения 40×40 см на всех этажах; одно-, двух- и трехэтажной разрезки. Стыковка на высоте 0,7 м над перекрытием через стальную центрирующую прокладку со сваркой выпусков продольной арматуры и обетонированием.

Ригели таврового сечения с полочкой снизу двух типов: для двух- и одностороннего опирания плит (по торцам и деформационным швам здания); пролетами 3,0; 6,0 и 7,2 м в разрезе высотой 450 мм, а также пролетами 6,0 и 9,0 м – 600 мм.

Диафрагмы жесткости толщиной 180 мм выполнены как несущие перегородки; имеют полки, заменяющие ригель или выполнены без них. При пролетах 12 м предусмотрены фахверковые колонны с опиранием на них обвязочных ригелей.

Стены – самонесущие из панелей с.1.030-1 для общественных зданий и вспомогательных производственных зданий. Применение навесных стен согласно проекту должно обосновываться. Привязка колонн – осевая.

В итоге номенклатура типов элементов каркаса: колон – 7, ригелей – 4, диафрагм – 4; всего – 15. Марок: колон одноэтажной разрезки – 320, двухэтажной – 481, трехэтажной – 273; всего – 1074, из них бесконсольных колон – 221; ригелей – 88, диафрагм – 62. Таким образом, в каркасе 1224 марки (без элементов, которые не влияют на вариантность каркаса: лестничных клеток, элементов фундаментов и других, т.е. которые во множественном анализе элементов каркаса принимаем за пустые множества).

Предусмотренные по проекту каркаса плиты перекрытий типовых серий имеют 3 типа 33 типоразмеров. Дополним, что при инновационных решениях могут применяться плиты, предназначенные для жилых зданий согласно ГОСТ 9581-91, содержащего 4 типа плит (однослойные толщиной 120 и 160 мм, многопустотные – 220 мм с диаметром пустот 159 и 140 мм). Размеры плит пролетом 2,4; 3,0; 3,6; 4,8; 5,4; 6,0; 6,3; 6,6; 7,2 м шириной 1,0; 1,2; 1,5; 1,8; 2,4; 3,0; 3,6 м. Всего: 4 типа 178 типоразмеров.

Стеновые панели с.1.030-1, предусмотренные проектом для каркаса, в жилых зданиях применяться не могут из-за их несоответствия габаритным размерам, характеру разрезки, обработки поверхности; а панели жилых зданий не согласовываются с геометрическими параметрами межвидового каркаса. Необходимо также иметь в виду, что с каркасом вместо панелей могли бы использоваться мелкоштучные материалы (кирпич, мелкие блоки), но проектом с.1020-1/87 оговорено, что такой вариант не предусмотрен (допускается при обосновании).

Итак, множество элементов каркаса с.1.020-1/87, влияющая на вариантность зданий как ИСС имеет такой логико-семантический вид:

$$\begin{aligned} \{\mathcal{E}C_{nm}\}_{с.1.020-1/87} \supset \{\mathcal{E}C_{nm}^n\}_{с.1.020-1/87} \cup \{\mathcal{E}C_{nm}^o\}_{с.1.020-1/87} \Rightarrow \\ \Rightarrow \{\mathcal{E}C_{11;1048}^n\} \cup \{\mathcal{E}C_{4;178}^o\} \Rightarrow \{\mathcal{E}C_{15;1224}\} \end{aligned} \quad (5.3.1)$$

т.е. общая номенклатура элементов

$$N|_{с.1.020-1/87} \rightarrow (m, n) \rightarrow 15; 1224. \quad (5.3.2)$$

Предположим, что из номенклатуры несущих элементов сборного каркаса  $N|_{с.1.020-1/87}$  как определенного множества можно применить для жилых зданий некоторое подмножество элементов. Для выявления последнего проанализируем действовавшие принципы типового проектирования, а также объемно-планировочные и грузовые параметры жилых типовых зданий и сравним с современными принципами и нормами проектирования, учитывая критерии комфортности жилища [196].

**Типовые жилые дома.** Решение жилищной проблемы осуществлялось с обеспечением санитарно-гигиенического минимума, достаточного для восстановления физических и духовных сил человека. Жилая ячейка с конца 50-х годов прошлого столетия рассматривалась в виде отдельной благоустроенной квартиры или индивидуального дома для каждой семьи, а для каждого человека – отдельной комнаты. Это было заданием жилищной политики к 2000 г., которое в полном объеме не было выполнено.

Основным видом жилища (до 90%) были квартирные дома для посемейного заселения. Квартира рассматривалась как место удовлетворения бытовых процессов. Социальные требования усложняют и расширяют функции квартиры, одновременно с этим растет значение квартиры.

В практике жилищного строительства восстановительного периода отмечается существенное изменение стандарта массового жили-

ща в направлении упрощения архитектурно-планировочных и усовершенствования инженерно-технических решений зданий. Со временем учитывалось, что при длительных сроках эксплуатации жилых зданий квартиры должны быть удобными не только для текущего времени, но и в перспективе. Поэтому постепенно увеличивались модульные размеры стеновых панелей и плит перекрытий (шага, пролета), что обеспечивало более свободную планировку. Однако при этом за счет частого размещения перегородок помещения выполняли небольших размеров.

Основной ИСС, применяемой для массовых домов, была *диафрагмово-стенная*, а основным композиционным решением многоэтажных домов был *секционный* (около 80% жилого фонда). Допускались на первых этажах некоторые встроенные общественные помещения – магазины промышленных товаров, детские кухни, аптеки и т.п. Гаражи и стоянки для автомобилей устраивались отдельно с соблюдением расстояний по градостроительным нормам.

Архитектурной наукой в период разработки принципов типового проектирования на основании анализа объемно-планировочных схем, архитектурно-конструктивных параметров жилых зданий, их инженерного и санитарно-технического оборудования более чем за 100-летний период с учетом факторов городской среды были классифицированы уровни комфортности жилища. Наивысший уровень имел такой перечень характеристик жилища (без учета городской среды): секционное с посемейным заселением, норма площади – по прогнозируемым требованиям на 1990 г., кухня-столовая или отдельная кухня, раздельная ванна и уборная (возможен малый дополнительный санузел), отопление центральное, горячее водоснабжение от бойлерной, кухонная плита газовая или электрическая.

В реальном проектировании объемно-планировочные параметры определялись нормами, отражающими социальное развитие и экономические возможности удовлетворения возрастающих потребностей населения в благоустроенных жилищах. Считалось, что большая обеспеченность чем минимальный предел  $5 \text{ м}^2/\text{чел}$  жилой площади снижает заболеваемость. Обеспеченность в  $7\text{—}9 \text{ м}^2/\text{чел}$  позволяет дать каждой семье изолированную квартиру. Достижение этой нормы представлялось как важная ступень в повышении комфортности, поскольку более высокую ценность для семьи представляет не столько размер площади, сколько изолированность квартиры. Качественный социально-демографический скачок обеспечивает норма в  $12\text{—}13 \text{ м}^2/\text{чел}$ , а при  $16\text{—}18 \text{ м}^2/\text{чел}$  становится возможным развитие любительской или профессиональной работы. Это – граница, за которой рост благосостояния не влияет на потребность в жилище. Дальнейшее увеличение нормы до  $20\text{—}25$

м<sup>2</sup>/чел считалось далекой перспективой.

В оценке квартиры существенной была не только норма жилой площади, но и верхний предел общей площади. Согласно СНиП [196] верхние пределы общей площади квартир типа Б (с повышенной нормой) в зависимости от количества в них жилых комнат составляли от 36 м<sup>2</sup> (для однокомнатных) до 108 м<sup>2</sup> (для 6-ти комнатных); для квартир типа А (с обычной нормой) верхние пределы составляли соответственно 28—96 м<sup>2</sup>. За период существования СНиП до 1991 г. вспомогательная площадь увеличилась на 12—14%.

Качество жилища характеризуется также составом помещений. Нормами учитывался минимальный по санитарно-гигиеническим и хозяйственно-бытовым представлениям набор помещений в зависимости от типа поселения (городского или сельского). Помещения иного функционального назначения (для творчества, досуга и т.п.) в типовых проектах не предусматривались. Из-за экономии функционально специализированные помещения (уборная, ванная, кухня) имели минимальные размеры. По этой же причине определялся упрощенный состав помещений (совмещенные санузлы, отсутствие холлов и т.п.) и их неудобные пропорции.

Принятые нормы площади относятся к квартирам с высотой помещений в 2,5 м, что было принято и в странах социалистического сообщества. Высоту помещений в полносборных домах в Италии, Великобритании и других странах принимали меньшей—2,4 м. Норма жилой площади в 16—18 м<sup>2</sup>/чел, как оптимальная, считалась научно обоснованной во Франции, Швеции и других странах.

Данные параметры определяли санитарно-гигиеническую норму объема воздуха в квартире, приходящегося на человека. Этот показатель зависит от высоты этажа, однако при ее ограничении он мог компенсироваться большей нормой площади квартир.

При проектировании до 90-х годов социальная значимость жилища, его функциональное назначение и зонирование, параметры комфорта, демографический состав регионов и социальное положение членов семьи, архитектурная типология, градостроительный аспект учитывались комплексно [188, 189]. Жилище проектировалось дифференцированно (для разных слоев населения предусматривались квартиры группы А и Б и др.).

Существенным в оценке типового жилища являются эксплуатационные характеристики зданий, в частности, теплотехнические свойства ограждающих конструкций (сопротивление теплопередаче, тепловая инерция и др.) и материалоемкость, определяющие при традиционных строительных материалах (кирпиче, бетоне, железобетоне) высокий класс капитальности зданий. Теплотехнические свойства ограж-

дающих конструкций полносборных (особенно крупнопанельных) зданий были весьма низкими. В расчете оптимальной толщины ограждений исходили из стоимости дешевых в те годы энергоносителей, что снижало материалоемкость и соответственно стоимость зданий. Материалоемкость снижалась также за счет малой величины нормативной нагрузки на перекрытия (см. табл. 3.5.2) и в связи с инженерными расчетами по методике предельных состояний. Это что ухудшало эксплуатационные качества жилых зданий (в частности, большие прогибы перекрытий, зыбкость остова, низкая звукоизоляция стен и др.).

На комфортность (как благоприятное психофизиологическое самочувствие) жилища влияет также архитектурно-эстетическая среда. В этой связи однообразие застройки микрорайонов являлось признаком неудовлетворительного качества типового жилища.

В советский период типового проектирования жилище производилось высокоразвитой строительной индустрией. Этот период характеризуется плановой экономикой, государственным финансированием жилищного строительства, бесплатным предоставлением квартир и др. Жилищная политика была связана с необходимостью скорейшего восстановления разрушенного войной народного хозяйства. Поэтому строительство было массовым (серийным), преимущественно сборным, т.е. дешевым и быстрым, а потому получалось весьма низкого качества.

В современном представлении типовые дома не отвечают возросшим требованиям по объемно-планировочным параметрам, эксплуатационным качествам, уровню комфортности. В жилых зданиях, возводимых в настоящее время в комплексе с общественными зданиями и помещениями, используются услуги в значительно большем объеме, чем предполагалось ранее. Если планировалось в будущем учитывать около 10 видов обслуживания, рассредоточенных по жилому району, то сейчас в одном здании их может быть более 20. Хотя это относится в разной степени к социальным и коммерческим жилым домам (I и II категории).

Квартиры коммерческих жилых домов, возводимых сейчас по «именным» проектам, например, в жилом комплексе «Павлово поле» в Харькове (фирмы «Макрокап Девелопмент Украина») квартиры имеют такие площади: 2-х комнатной – 85,00; 3-х комнатной – 116,50; 4-х комнатной – 156,10 м<sup>2</sup>. Высота этажей – 3,0 м. Предусмотрены подземная парковка, торговое обслуживание, охрана, спортивно-оздоровительный комплекс, новейшее инженерное оборудование и др.

Итак, проведенный анализ показывает, что каркас с.1.020-1/87 по своим укрупненным модульным геометрическим и грузовым параметрам не соответствовал нормам типового проектирования жилых зданий, для последних они были большими; предусматривает применение

стенowych панелей и плит перекрытий, предназначенных для общественных и вспомогательных производственных зданий, которые не применялись для жилых зданий.

В жилых сборных зданиях типовых серий наиболее распространенными были многоквартирные дома средней, а позднее повышенной этажности (в 5, 9, 16 этажей) много- и односекционного типа; не применялась каркасная ИСС, являющаяся для зданий повышенной этажности принципиально целесообразнее; объемно-планировочные и грузовые параметры, размеры и состав помещений принимались минимально допустимые, что не соответствовало каркасной системе с крупноразмерными геометрическими, грузовыми и силовыми параметрами с. 1.020-1/83, 87.

**Решение проблемы.** Теоретическим обоснованием взаимной адаптации каркаса с.1.020-1/87 и жилых зданий является проведенный анализ графоаналитической модели каркасной ИСС с вариантными геометрическими, грузовыми и силовыми (по несущей способности) параметрами [В.28].

Обозначим подсистему жилых зданий, образуемых из элементов каркаса с.1.020-1/87, как дополнение к каталогу возможных систем  $KT \Big|_{с.1.020-1/87}^{ЖЛ}$ , а номенклатуру элементов этого каркаса, возможных для ее образования –  $HM \Big|_{с.1.020-1/87}^{ЖЛ}$ . В обеих подсистемах при поиске новых АКТ-решений руководствуемся обобщенными принципами заменяемости и модульности.

Решение проблемы по расширению области применения с.1.020-1/87 на жилищное строительство является процессом на векторе НТП (см. выражение 4.3.4):

$$\{HM \Big|_{с.1.020-1/87}^{ЖЛ}; KT \Big|_{с.1.020-1/87}^{ЖЛ}\} \Big|_{НТП} \Rightarrow \Rightarrow \{HM \Big|_{3^A;M_{OMKC}}^{ЖЛ}; KT \Big|_{3^A;M_{OMKC}}^{ЖЛ}\} \rightarrow \min\text{---}\max. \quad (5.3.3)$$

Из возможных путей решения проблемы примем (как гипотезу) возможность и допустимость встречной адаптации вариантных схем и варьируемых параметров каркаса и жилых зданий:

$$\{\mathcal{E}\mathcal{C} \Big|_{с.1.020-87} \Big|_{\{L,B,H;q,G\}} \rightleftharpoons \Big|_{\{AX,KT,TX,\dots\}}^{ЖЛ}, \quad (5.3.4)$$

где  $\{L, B, H; q, G\}$  – множество геометрических и грузовых параметров элементов межвидового каркаса;  $\{AX, KT, TX, \dots\}$  – множество параметров жилых зданий: архитектурных, конструктивных, технологических

и других (экономических, социальных и т.п.), характеризующих комфортность.

Взаимную адаптацию проведем путем использования:

- высот типовых колон каркаса разных разрезов по количеству этажей к новым возможностям в жилищном строительстве;
- величин нагрузки на перекрытия из унифицированного ряда в соответствии с нормативной нагрузкой на перекрытия жилых зданий;
- типовых плит перекрытий для жилых зданий;
- кирпичных стен (без увеличения номенклатуры каркаса).

Применим к элементам каркаса *метод кратности геометрических и грузовых параметров*. Обобщенная модель каркасной ИСС в данном случае будет отличаться от рассмотренной ранее модели, принятой для теоретических исследований, следующим:

- в аналитическую часть модели введем дополнительно объемные параметры: высоту колонны для каждого яруса (между типовыми консолями) в 2 этажа  $H_{кол}$ ;
- высоту этажа жилых зданий  $h_{эм}$ ;
- количество образуемых этажей в неразрезной колонне  $n_{эм}$  и
- величину нагрузки на консоль колонны  $N_{конс}$  от дополнительного перекрытия.

Согласно введенным изменениям в графической части модели параметров  $H_{кол}^{var}$ ,  $h_{эм}^{var}$  и  $n_{эм}^{var}$  получаем выражения ее вариантности по объемным параметрам:

$$n_{эм}^{var} = H_{кол}^{var} / h_{эм}^{var}, \quad (5.3.5)$$

где *var*, *эм*, *кол* – индексы соответственно: вариантный, этаж, колонна (сплошной разрезки, одно-, двухэтажной), при этом любой этаж этой колонны имеет высоту, из которой получается  $n_{эм}^{var}$  этажей в жилом здании одинаковой или разной высоты, а именно:

$$h_{iэм} = h_{2эм}, \quad h_{iэм} < h_{2эм}, \quad \text{и} \quad h_{iэм} > h_{2эм}, \quad \text{но} \quad \sum h_{iэм} = H_{кол} \quad (5.3.6)$$

где *i* – порядковый номер этажа в неразрезной колонне.

При конструктивном выполнении совокупность АКТ-признаков представляет остовы многоэтажных зданий (с отношением параметров 1:1) или многоярусных зданий (с конструктивно реальным отношением параметров 1:2), характеризующиеся кратностью:

- унифицированной высоты типовых колонн (между консолями), к современной высоте этажа жилых зданий;
- нормативных нагрузок на типовые ригели с плитами перекрытий к нормативной нагрузке на перекрытия жилых зданий;



- несущей способности типовых колонн (с перекрытиями) к нормативной нагрузке на перекрытия жилых зданий;
- несущей способности плит перекрытий, применяемых для каркаса, к несущей способности плит перекрытий для жилых зданий.

Конструктивно деление колонны на два этажа возможно:

- устройством на дополнительных консолях в колоннах промежуточных перекрытий по дополнительным ригелям, предусмотренным для каркаса, и укладкой по ним типовых плит (АКТ-схема I), т.е. применяя для колонн *метод модификации* (см. далее рис. 5.3.1);
- выполнением по перекрытиям, предусмотренным проектом каркаса (как в общественных и других зданиях с соответствующими им колоннами по высоте и несущей способности), навесных наружных и внутренних стен высотой, равной промежуточному этажу, на котором устраивается промежуточное перекрытие из типовых плит настилов для жилых зданий (АКТ-схема II). То есть утаиваются встроенные этажи *методом базовой системы* (см. рис. 5.3.2).

При промежуточном перекрытии, выполняемом на дополнительных консолях в типовой колонне с установкой на них дополнительных типовых ригелей и укладкой по ним типовых плит настила, по новому ( $H$ ) решению под основной консолью типовой ( $T$ ) колонны должно выполняться условие

$$N_{\text{конс}}^T \geq \Sigma N_{\text{конс}}^H . \quad (5.3.7)$$

Удовлетворение условия (5.3.7) вообще необходимо для обеих АКТ-схем, но в АКТ-схеме II правая часть этого выражения отождествляется с левой и равняется  $N_{\text{конс}}^T$ . Величина сосредоточенной нагрузки на консоль при равномерно распределенной нагрузке на перекрытие  $q_{\text{пл}}$  определяется количеством грузовых четвертей перекрытий (этажей)  $n_{\text{эт}}$ , приходящихся на типовую колонну по выражению 3.5.7 (с. 198).

Дополнительные параметры модели находятся во взаимосвязи, выраженной в модульной форме, и соответствуют свойству аддитивности по выражению 3.5.10 (с. 200). Последнее обеспечивается благодаря тому, что гибкость типовой колонны в случаях ее модификации или в типовом применении не увеличивается. При типовом решении (поперечном сечении, характере армирования, классе бетона) гибкость колонны выступает в функции ее высоты и нагрузки. Если коэффициент гибкости типовой колонны  $\varphi_T \rightarrow f(H_T, N_T)$ , а  $H_T \rightarrow n_{\text{эт}} \cdot h_{\text{эт}}$ , то при  $n \neq 1$ ,  $H_T > h_{\text{эт}}$ ; соответственно  $N_T/n_{\text{эт}} = N_{\text{конс}}$ . Тогда гибкость при новом решении

$$\varphi_H \rightarrow f(h_{\text{эт}}, N_{\text{конс}}^H), \text{ значит, } \varphi_H < \varphi_T. \quad (5.3.8)$$

Недостатком предложенных решений является излишек армирования: по АКТ-схеме I – в модифицированной колонне выше дополнительной консоли, а по АКТ-схеме II – кроме того, на ригель из-за двойной нагрузки на него от 2-х этажей одного яруса. Однако перерасход материалов является объективным следствием унификации, а в данных решениях он невелик (см. с.317).

По типовому решению каркаса нагрузка  $q_n$  на перекрытие пролетом  $L$  и шагом  $B$  передается на колонну высотой  $H$ . Несущая способность колонны соответствует количеству перекрытий (этажей)  $n_{эм}$  и четвертей грузовых площадей  $n_q$  перекрытий в зависимости от места колонны в плане. Истощение несущей способности колонны  $N_T$  при вариантных параметрах  $B_{var}$ ,  $L_{var}$ ,  $q_{var}$  и постоянной нагрузке  $N_{const}$  определяется из выражения

$$\frac{N_{const}}{n_{эм}} = \frac{1}{4} q_{var}(b_{var} l_{var}) M^2 n_q, \quad (5.3.9)$$

где  $N_{const}$  – вертикальная нагрузка на консоль колонны, кН;

$n_{эм}$  – количество этажей, опирающихся на консоль колонны

$q_{var}$  – нагрузка на перекрытие, МПа;

$b_{var}$ ,  $l_{var}$  – соответственно шаг и пролет колонн (значащие числа), м;

$M$  – основной геометрический модуль, 0,1 м;

$n_q$  – количество четвертей грузовой площади, приходящихся на колонну.

По выражению (5.3.9) проводим подсчет нагрузок на ригели от плит перекрытия и на колонны от ригелей для выявления в номенклатуре соответствующих элементов, пригодных для жилых зданий (с модификацией элементов каркаса или без нее). При этом переменные габаритные параметры каркаса можно определять по укрупненно-дробным параметрам:

$$\{L_{var}, B_{var}, H_{var}\} \Leftrightarrow (N \pm n) M \{l_{var}; b_{var}; h_{var}\}, \quad (5.3.10)$$

где  $h$  – высота этажа (значащие числа) габаритной схемы каркаса;

$N$  – натуральные числа укрупненной составляющей параметров;

$n$  – то же, дробной; при этом  $N > n$ .

Выражение (5.3.10) соответствует укрупненно-дробным модульным размерам в соответствии с ОМКС, а при  $n = 0$  – укрупненным в соответствии с МКРС. Вариативность параметров сопровождается архитектурно-композиционной и конструктивно-технологической взаимосвязанной варианностью АКТ-схем I, II. Например, возможны ва-

рианты АКТ-схем I, II с квартирами в двух уровнях, а для АКТ-схемы II дополнительно с залом высотой в ярус (в два этажа –  $2h_{эм}$ ), соответствующий высоте колонны между консолями  $H_{кол}$ . То есть при колоннах высотой  $H_{c.1.020-1/87}^{кл}$  и этаже жилых зданий высотой  $h_{эм}$  получаем вариант с кратно большим количеством этажей в одной типовой колонне:

$$2h_{эм}(N+n)M \rightarrow H_{c.1.020-1/87}^{кл}, \quad (5.3.11)$$

Относительно отхода от признаков взаимозаменяемости в основах типового проектирования надо отметить, что свойство, методы и принцип (взаимо-, разно-, амби-) заменяемости соответствуют атрибутивным признакам, составляющим *формальную* заменяемость элементов в ИСС с применением только сборных элементов –  $3^{ФР}$  по выражению (4.2.18). При определенных отступлениях от них, соответствующих *неформальной* заменяемости, применяют дополнительно мелкоштучные и монолитные изделия –  $3^{НФ}$  по выражению (4.2.19). Тогда в данном случае:

$$3^{ФР} \in 3_A \rightarrow CB, \text{ где } 3_A \supset (3_B \cup 3_P); \quad (5.3.12)$$

$$3^{НФ} \rightarrow [CB \supset (ШТ \cup МН)], \quad (5.3.13)$$

где  $3_B$ ,  $3_P$ ,  $3_A$  – соответственно взаимо-, разно- и амбизаменяемость.

Выражение (5.3.13) описывает теоретическое отступление от полносборности, соответствующей выражению (5.3.12), и отходу АКТ-схем жилых зданий от формальной разнотипности сборных элементов к неформальной с применением штучными и/или монолитных элементов. Привлечение сборных плит перекрытий жилых зданий согласно формальной и неформальной (с доработкой этих плит) разнотипностью для функционирования в АКТ-схеме II обеспечивает дополнительный технический эффект:

$$F_k(\{\mathcal{E}_{nm}\}_{c.1.020-1/87} \cup \{\mathcal{E}_{nm}\}_{с.ЖЛ}) \Big|_{M_{ОМКС}}^{3_A} \Rightarrow F_{k+\Delta k}, \quad (5.3.14)$$

где  $\Delta k \rightarrow ЖЛ$  – дополнительный технический эффект от применения каркаса с.1/020-1/87 в жилых зданиях.

Для возмещения отсутствующих стеновых панелей (хотя их производство в новом исполнении можно возобновить), в подмножество сборных элементов необходимо ввести мелкоштучные элементы для наружных подвесных и внутренних стен:

$$\{\mathcal{E}C_{mn}\} \Big|_{\substack{\text{ЖЛ} \\ \text{с.1.020-1/87 1MT}}} \supset (\text{ШТ}). \quad (5.3.15)$$

Модификации АКТ-схем I,II каркаса должны соответствовать параметрам жилых зданий разного уровня комфортности:

$$\{\mathcal{E}C_{mn}\} \Big|_{\text{с.1/020-1/87}} \subset \{\text{ЖБ}\} \Big|_{\text{ТУ} \rightarrow \{l,b,h;q,g,\dots\}}, \quad (5.3.16)$$

где  $\{L, B, H; Q, G, \dots\}$  – множество параметров, соответствующих множеству требований комфортности  $\{AX, KT, TX, \dots\}$  по выражению (5.3.4).

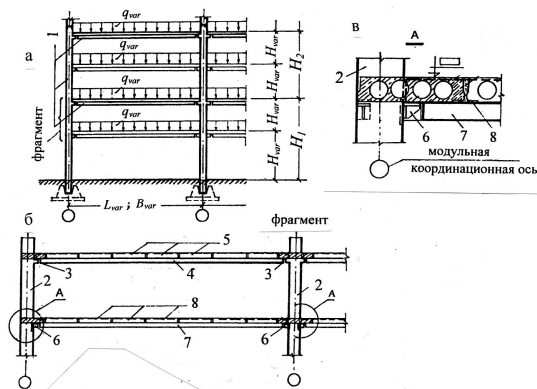
Одновременное применение элементов разной номенклатуры как заменяемых между собой в одной ИСС может обеспечиваться удовлетворением *условий совместимости* и, в частности, *сопряженности* стыкуемых *СТ* поверхностей этих элементов по выражению 2.2.7 (с.91) при достаточной их несущей способности. Условия совместимости элементов разной номенклатуры (доработка дополнительных консолей на колоннах, омоноличивание стыков и др.) могут обеспечиваться на разных стадиях существования жилой ИСС: на стройплощадке при монтаже каркаса или на заводе при производстве сборных конструкций. При доработке (*Др*) конструкций на заводе (индекс – *З*), т.е. при производстве в новом исполнении они становятся *формально* (индекс – *Ф*) взаимно-  $\mathcal{Z}_B$ , разно-  $\mathcal{Z}_P$  заменяемыми:

$$\text{Др}\{\mathcal{E}C_{nm}\} \Big|_{\mathcal{Z}} \Rightarrow \mathcal{Z}_B \cup \mathcal{Z}_P. \quad (5.3.17)$$

Технологические операции, проводимые по выражению (5.3.17), приводят к новым типам, типоразмерам и маркам в номенклатуре элементов каркаса, что является частью двуединой основной проблемы.

Однако сначала решим поставленную здесь задачу по применению каркаса с.1.020-1/87 без увеличения типовой номенклатуры для жилых ИСС. Проведенное логико-семантическое описание взаимной адаптации жилых ИСС и с.1.020-1/87 обеспечено АКТ-схемами I,II, приведенными ниже. Модификации типового каркаса получены *фрагментарно-матричным методом* разнотипности.

АКТ-схема I имеет одинаковую или разную высоту двух этажей, в сумме равную расстоянию между консолями колонн, за счет изготовления дополнительных консолей (рис. 5.3.1). Номенклатура каркаса имеет типоразмеры, которые в сравнении с нормативной нагрузкой на перекрытие жилых зданий кратно больше нагрузок на колонны, ригели и плиты. Поэтому каркас для адаптации к жилым зданиям нагружается так же, как для общественных и других зданий.



**Рис. 5.3.1 – Модификация межвидового каркаса с.1.020-1/87 с образованием промежуточных этажей переменной высоты**

а – многэтажная поперечная рама жилого здания, фрагмент фронтального вида; б – то же, один ярус в два этажа; в – узел с дополнительной консолью колонны; 1 – поперечная рама, 2 – колонна; 3, 4, 5 – в основном перекрытии: соответственно консоль, ригель, плиты; 6, 7, 8 – в дополнительном перекрытии соответственно: консоль, ригель, плиты

Расчет сосредоточенной нагрузки на консоль колон по АКТ-схеме I с типовыми укороченными плитами приведен в табл. 5.3.6, 5.3.7. Из табл. 5.3.7 следует, что при соблюдении соответствия по нагрузке на консоль межвидовой каркас можно применить для жилых зданий с сетками колонн  $(7,2+7,2) \times 7,2$ ;  $(9,0+9,0) \times 6,0$  и  $(9,0+9,0) \times 9,0$  м, как ближайших, соответствующих унифицированным нагрузкам на консоль в 21 и 33 тс. Возможно также применение сетки  $(9,0+9,0) \times 12,0$  м, но с уменьшением армирования в колоннах относительно типового (при их модификации).

**Таблица 5.3.6 – Полная нагрузка от ригелей  $q''$  по вариантам АКТ-схемы I при типовых (укороченных) плитах перекрытий**

Пролет $L$ , м	$g_{\text{тс}}^H$	$\gamma_f$	$g_{\text{тс}}^P$	$q''$ , тс, при шаге $B$ , м				
				3,0	6,0	7,2	9,0	12,0
3,0	1,11	1,1	1,21	7,24	13,27	15,67	19,30	25,33
6,0	2,55		2,81	14,87	26,93	31,73	38,99	51,05
7,2	2,87		3,16	17,63	32,10	37,86	46,58	61,05
9,0	5,00		5,50	23,59	41,68	48,88	59,77	77,86

Примечания.  $g_P^H$  – нормативные значения собственного веса ригеля;

$g_P^P$  – то же, расчетное;  $q'' = q^P L + g_P^P$ , где значения  $q^P$  – рассчитаны предварительно.

**Таблица 5.3.7 – Нагрузка на консоль колон  $N_{\text{конс}}$  по вариантам АКТ-схемы I при типовых (укороченных) плитах перекрытий**

Пролет $L$ , м	$q''$ , тс, при шаге $B$ , м					Унифицированное значение $N_{\text{конс}}^T$ , тс
	3,0	6,0	7,2	9,0	12,0	
3,0	3,62	6,64	7,84	9,65	12,66	21
6,0	7,44	13,46	15,86	19,50	25,52	21; 33
7,2	8,81	16,05	18,93	23,29	30,52	21; 33
9,0	11,80	20,84	24,44	29,88	38,93	21; 33; 60

Примечания. Типовое значение  $N_{\text{конс}}^T$  – ближайшее к расчетному из унифицированного ряда;  $N_{\text{конс}} = q''/2$ , где  $q''$  берется из табл. 5.3.6; ближайшее значение помечено фоном.

Расчет сосредоточенной нагрузки на консоль колонн по АКТ-схеме I каркаса со стандартными плитами перекрытий приведен в табл. 5.3.8, 5.3.9. Из табл. 5.3.9 следует, что в случае применения стандартных плит перекрытий с опиранием по координационным осям (т.е. не укороченных, с ригелем между плитами как разделяющим элементом) для жилых зданий на базе межвидового каркаса:

**Таблица 5.3.8 – Полная нагрузка ригелей  $q''$  по вариантам АКТ-схемы I при стандартных (нормальной длины) плитах перекрытий**

Пролет $L$ , м	$g_P^H$ , тс	$\gamma_f$	$g_P^P$ , тс	$q''$ , тс, при шаге ( $B$ , м) с ригелем + 0,4 м				
				(3,0)3,4	(3,6)4,0	(4,2)4,6	(4,8)5,2	(5,4)5,8
3,0	1,11	1,1	1,21	8,05	9,25	10,45	12,37	12,88
6,0	2,55		2,81	16,49	18,89	21,29	25,13	26,15
7,2	2,87		3,16	19,58	22,17	25,05	29,94	31,17
9,0	5,00		5,50	26,02	29,62	33,22	38,98	40,51

**Продолжение табл. 5.3.8**

$q''$ , тс, при шаге ( $B$ , м) с ригелем +0,4 м					
(6,0) 6,4	(6,3) 6,7	(6,6) 7,0	(7,2) 7,6	(9,0) 9,4	(12,0)12,4
14,08	14,68	15,28	16,48	20,11	26,14
28,55	29,75	30,95	33,35	49,61	52,67
34,05	35,49	36,93	39,81	48,52	62,99
44,11	45,91	47,71	51,31	62,20	80,29

Примечания: Величины шагов между колоннами по длине плит: (3,6; 4,2; 4,8; 5,4; 6,3; 6,6) +0,4, где 0,4 м – толщина стенки ригеля как разделяющего элемента проектом каркаса с.1.020-1/87 не предусмотрены;

$g_P^H$  – нормативное значение собственного веса ригеля;  $g_P^P$  – то же, расчетное;

$q'' = q^P L + g_P^P$ , где значения  $q^P$  – рассчитаны предварительно.

**Таблица 5.3.9 – Нагрузка на консоль колонн  $N_{\text{конс}}^P$  по вариантам АКТ-схемы I при стандартных (нормальной длины) плитах перекрытий**

Пролет $L$ , м	$q^{\text{II}}$ , тс, при шаге $B$ , м					Типовое значение $N_{\text{конс}}^T$ , тс
	3,0 (3,4)	3,6 (4,0)	4,2 (4,6)	4,8 (5,2)	5,4 (5,8)	
3,0	4,02	4,62	5,22	6,18	6,44	21
6,0	8,24	9,44	10,64	12,56	13,08	21
7,2	9,79	11,08	12,52	14,97	15,58	21
9,0	13,01	14,81	16,61	19,49	20,26	21

**Продолжение табл. 5.3.9**

$q^{\text{II}}$ , тс, при шаге $B$ , м						Типовое значение $N_{\text{конс}}^T$ , тс
6,0 (6,4)	6,3 (6,7)	6,6 (7,0)	7,2 (7,6)	9,0 (9,4)	12,0 (12,4)	
7,04	7,34	7,64	8,24	10,06	13,07	21
14,28	14,88	15,48	16,68	24,81	26,34	21; 33
17,02	17,74	18,45	19,91	24,26	31,50	21; 33
22,06	22,96	23,85	25,66	31,10	40,14	33; 60

Примечания. Типовое значение  $N_{\text{конс}}^T$  – ближайшее к расчетному из унифицированного ряда;  $N_{\text{конс}} = q^{\text{II}}/2$ , где  $q^{\text{II}}$  берется по табл. 5.3.8; наибольшее соответствие  $N_{\text{конс}}^P \rightarrow N_{\text{конс}}^T$  для каждого пролета помечено фоном.

- сетки колонн с малыми шагами 3,6; 4,2; 4,8; 5,4 м даже с укрупненными пролетами 6,0; 7,2 м являются нецелесообразными, поскольку они существенно не приближаются к наименьшей унифицированной нагрузке на консоль 21 т;

- сетки колонн с укрупненно-дробными модульными размерами больше исчерпывают унифицированную несущую способность типовых колонн. Например, при шаге 12,4 м со стандартными плитами по ГОСТ 9581-91 и пролете 7,2 м имеем  $N_{\text{конс}}^P = 31,50 \rightarrow N_{\text{конс}}^T = 33$  тс, а при шаге 12,0 м с типовыми укороченными плитами с.1.041.1-3 и том же пролете 7,2 м имеем  $N_{\text{конс}}^P = 30,52 \rightarrow N_{\text{конс}}^T = 33$  тс, где  $31,50$  тс  $>$   $30,52$  тс;

- наибольшее приближение к нагрузкам на консоль имеют сетки, м:

$$(L \times B) \Rightarrow 9,0 \times 5,8 \text{ (к 21 тс); } 7,2 \times 7,2 \text{ (к 21 тс);}$$

$$9,0 \times 9,4 \text{ (к 33 тс); } 7,2 \times 12,4 \text{ (к 33 тс).} \quad (5.3.18)$$

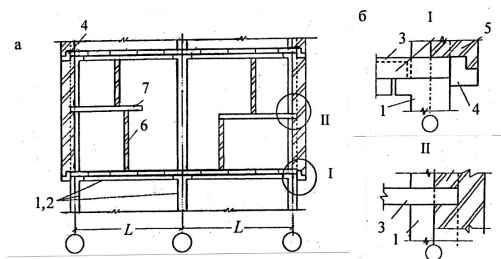
При варианте АКТ-схемы I в сечении колонн по стволу под до-

полнительными консолями расчетные усилия соответствуют предельным усилиям, а над консолями часть колонны недогружена. Перерасхода арматуры можно избежать *методом «адаптации»* колонны к новым условиям работы двумя путями:

- принять марку колонны соответственно нагрузке на консоль нижнего этажа и при изготовлении колонны уменьшить армирование ее верхней части, т.е. будет теоретически модульное соотношение фактического армирования к типовому 2 (внизу) : 1 (вверху);
- наоборот, принять марку колонны по нагрузке на консоль верхнего этажа и увеличить армирование нижней части, указанное соотношение будет 1 (вверху) : 2 (внизу).

Однако таким перерасходом арматуры колонн при их унификации можно пренебречь.

**АКТ-схема II** [Г.58] отличается от АКТ-схемы I тем, что доработка типовых колонн с.1.020-1/87 консолями не производится, а вместо этого по типовым перекрытиям возводятся наружные навесные и внутренние стены из облегченного кирпича, которые несут между типовыми консолями второй этаж в каждом ярусе. На эти стены могут укладываться обычные (не укороченные) плиты перекрытий, предназначенные для жилых зданий (рис. 5.3.2).



**Рис. 5.3.2 – Модификация каркасной системы на базе с.1.020-1/87 с мелкоштучными стенами, образующими двухэтажные ярусы (два уровня)**

а – поперечный разрез жилого здания, фрагмент яруса в два этажа; б – узлы I, II; 1, 2 – колонны крайняя, средняя; 3 – ригели; 4 – обвязочная балка; 5 – наружная навесная стена; 6 – внутренняя стена; 7 – междуэтажное перекрытие квартиры в двух уровнях

Проведем расчет нагрузки на консоль колонн по АКТ-схеме II со стандартными плитами перекрытий. Собственный вес внутренней стены  $g_{ст}$  при толщине в один кирпич (250 мм) наибольшей высоты



$h_{эм} = 3,3$  м и плотности облегченного кирпича  $\gamma_0 = 800$  кг/м<sup>3</sup> составляет 0,66 тс/м.

Полная нагрузка от верхнего перекрытия с плитами из легкого бетона  $q_{2эм}$  на один ригель берется по табл. 5.3.10; то же от нижнего перекрытия (из укороченных плит) с учетом собственного веса ригелей  $q_{1эм}$  – по табл. 5.3.6 как  $q''$ . Величины расчетной нагрузки на консоль колонны  $N_{конс}^P$  приведены в табл. 5.3.11.

**Таблица 5.3.10 – Расчетная нагрузка на стены  $q_{2эм}$  по АКТ-схеме II со стандартными плитами верхнего перекрытия**

$q''$ , кгс/м <sup>2</sup> (Па)	$q_{2эм}$ , тс/пог.м (кН/м) при шаге $B$ , м				
	3,0	6,0	7,2	9,0	12,0
580 (5,8)	0,87 (8,7)	1,74 (17,4)	2,09 (20,9)	2,61 (26,1)	3,48 (34,8)

**Таблица 5.3.11 – Расчетная нагрузка на консоль колонны  $N_{конс}^P$  по АКТ-схеме II**

Пролет $L$ , м	$N_{конс}^P$ , тс, при шаге $B$ , м					Типовое значение $N_{конс}^T$ , тс
	3,0	6,0	7,2	9,0	12,0	
6,0	16,62	27,86	32,36	39,12	50,36	33; 60
7,2	19,82	33,33	38,73	51,53	66,59	21; 60
9,0	25,56	42,44	49,19	59,32	76,19	33; 60

Примечания. Величины  $N_{конс}^P$  рассчитаны по формуле  $N_{конс}^P = q_{2эм} L + g_{ст} L + q'' / 2$ ; наибольшее соответствие  $N_{конс}^P \rightarrow N_{конс}^T$  для каждого пролета помечено фоном.

По данным табл. 5.3.11 отбираем варианты координационных сеток, приемлемые для жилых зданий по АКТ-схеме II (без шага 3,0), м:

$$(L \times B) \Rightarrow 6,0 \times 6,0 \text{ (к 33 тс); } 6,0 \times 7,2 \text{ (к 33 тс); } 6,0 \times 12,0 \text{ (к 60 тс); } \\ 7,2 \times 9,0 \text{ (к 60 тс); } 9,0 \times 9,0 \text{ (к 60 тс).} \quad (5.3.19)$$

Особенностью варианта по АКТ-схеме II является выбор колонн, соответствующих не только двойной высоте помещений жилых зданий, но и двойной нагрузке по несущей способности на консоль [В.47, 48, 52].

Относительно наружных стен из кирпича добавим, что они могут быть навесными из облегченного кирпича, принимая колонны следующего типоразмера колонн по несущей способности (это – *формальная* разнотипность), если не придерживаться предельной экономии, свойственной советскому периоду типового строительства. Мо-

жно для армирования колонн применить более развитый модульный ряд арматурных каркасов, обеспечивающих большее соответствие данного варианта по несущей способности колонн (это – *неформальная* разноразмерность, при заводском изготовлении становящаяся *формальной*). При этом не следует считаться с увеличением номенклатуры по количеству марок (главное – сохранять тип), поскольку функциональная «гибкость» колонн обеспечена сборными элементами – арматурными каркасами, закладными деталями и металлоформами, а преимущества от «перехода» межвидового каркаса в «межотраслевой» значительны. Арматурными каркасами целесообразнее приближаться к расчетной несущей способности конструкций за счет количества стержней и изменения диаметра арматуры, принимаемого по предпочтительным рядам чисел как в машиностроении (см. с.46).

Капитальность зданий. Классические основы архитектурного проектирования содержат различные концепции о соизмеримости частей зданий, сооружений и человека в поисках их гармонии [19, сс. 24—27; и др.]. Такие концепции, в частности, о модуле в проектировании начала индустриализации, как отмечалось ранее, не отвечали потребностям массового строительства. Поэтому в основах типового проектирования было дано научное развитие концепции модуля на иных принципах, сформировавшихся в нормативные, а затем стандартные положения МКРС (см. раздел 1.2).

С другой стороны, достижения прошлого столетия в области инженерных дисциплин в результате сформировались в проектировании строительных конструкций как метод расчета по предельным состояниям, актуальный для тех социально-экономических условий. Однако предельная экономия материалов на несущих конструкциях (равно, как и на ограждающих, но по другой причине), привела к ухудшению качества жилых зданий, связанных с уменьшением их массы.

Жилые типовые здания (особенно крупнопанельные первого поколения) получили низкий класс капитальности с меньшей долговечностью. Уменьшение массивности привело к появлению зыбкости зданий, плохой звукоизоляции и теплозащите, что существенно в оценке комфорта жилища.

Низкое качество жилья в новых социально-экономических условиях несовместимо с высокими требованиями к современному жилищу, особенно, коммерческому. При этом показатель материалоемкости, определяющий стоимость жилых зданий, сейчас не является решающим фактором.

Поэтому применительно к жилым зданиям классическая архитектурная концепция о геометрических критериях гармонии зданий,

сооружений с человеком может быть расширена учетом их масс.

Введем показатель соизмеримости массы здания и человека (далее: *относительная массивность* здания). Такое предложение является последовательным в отношении принципа обобщенной модульности и целесообразным для обоснования применимости каркаса с.1.020-1/87 в жилищном строительстве. Относительную массивность  $k_G$  определим отношением материалоемкости здания (на 1 м<sup>2</sup> этажа) к нормативному весу человека:

$$k_G = \frac{G_{зд/м^2}}{g_{чел}}, \quad (5.3.20)$$

где  $G_{зд/м^2}$  – масса 1 м<sup>2</sup> одного этажа здания, т;

$g_{чел}$  – нормативная масса человека, равная 100 кг.

Материалоемкость жилых зданий при прочих равных условиях определяется высотой этажа, которая на протяжении рассматриваемого исторического периода была существенно уменьшена. При унифицированной высоте 2,8 м (в климатическом районе Украины IVA – 3,0 м) этот параметр перестал быть влияющим на материалоемкость здания. Однако для сравнения зданий разных периодов строительства высоту этажа необходимо учитывать.

Известно, что масса стен кирпичных жилых зданий составляет около 53% от массы строительных материалов всего здания. При сопоставимых условиях масса крупнопанельных стен составляет 40%. То есть относительная массивность зданий  $k_G$  по массе стен соответственно уменьшилась приблизительно на 30%:

$$k_G = \frac{g_{стен}^{кирпичн.}}{g_{стен}^{панельн.}} = \frac{0,53}{0,40} = 1,32. \quad (5.3.21)$$

Стены из силикатного кирпича тяжелее стен из глиняного обожженного кирпича на 10—12% ; крупноблочные стены легче кирпичных на 29%, а крупнопанельные скорлупные – на 76,2%. Таким образом, искомый показатель изменялся в весьма большом диапазоне соответственно росту уровня индустриализированного строительства в сторону существенного облегчения жилых зданий.

Для разных конструктивных решений удельный вес перекрытий (с учетом веса полов, подвесных потолков) жилых зданий составляет 200—470 кг/м<sup>2</sup>. Тогда показатель относительной массивности зданий по массе перекрытий при известной нормативной массе человека составляет:

$$k_g^{\text{отн.перекр.}} = (200—470) / 100 = 2,0—4,0. \quad (5.3.22)$$

Удельный вес перекрытий кирпичных зданий равен 19,2%, крупноблочных – 19,0%, крупнопанельных – 23,7%. То есть массивность зданий по перекрытию возрастала, но как величина, отнесенная к массе всего здания; в физическом выражении она также уменьшалась (например, при плитах размерами «на комнату» толщиной 140, потом из-за больших деформаций увеличили до 160 мм).

В табл. 5.3.12, 5.3.13 даны сведения о диапазоне изменения массы отдельных структурных частей жилых зданий [207, с.63; 3, с.173].

**Таблица 5.3.12 – Статистические характеристики основных параметров стеновых остовов кирпичных жилых зданий (1860—1960 гг.)**

Пролеты (в свету), м	Повторяемость, %	Шаг оконных проемов, м	Повторяемость, %	Толщина наружных стен, см	Повторяемость, %
6,01—6,51	12,0	2,01—2,25	19,5	51—60	13,5
6,51—7,00	17,3	2,26—2,50	24,5	61—70	30,5
7,01—7,50	13,8	2,51—2,75	19,5	71—80	30,0
7,51—8,00	16,8	≥ 2,76	28,4	81—90	15,7

**Продолжение табл. 5.3.12**

Толщина внутренних стен, см	Повторяемость, %	Высота этажей, м	Повторяемость, %	Толщина перекры- тий, см	Повторяемость, %
41—50	16,4	3,31—3,45	24,5	51—60	13,5
51—60	34,6	3,46—3,60	17,5	61—70	30,5
61—70	25,2	3,61—3,75	14,4	71—80	30,0
71—80	11,8	3,76—3,90	14,8	81—90	15,7

Примечание. Менее распространенные величины параметров (с повторяемостью <10%) исключены.

**Таблица 5.3.13 – Удельный (на 1 м<sup>2</sup>) вес жилых зданий типовых серий,  $G_{кг/м^2}^{зд}$**

Кирпичное с. 1-511	Крупно- блочное с. 1-439	Крупно- панельное с. 1-463	Крупно- панельное с. 1-464	Крупно- панельное с. 1-465	Каркасно- панельное с. 1-335
2970	2380	1470	1475	1372	1330

На основании данных, приведенных в табл. 5.3.12, 5.3.13, можно получить значения коэффициента относительной массивности  $k_G$  для жилых зданий разных периодов строительства; значения искомого коэффициента приведены в табл. 5.3.14.

Как видно из таблиц жилые здания дореволюционной постройки имеют коэффициент  $k_G$  больший по величине, чем жилые здания

пред- или послевоенной застройки (так называемые «сталинки»). При практически одинаковых конструктивных решениях зданий это объясняется влиянием на показатель  $k_G$  уменьшения высоты этажа, которая составляла до полносборного строительства (до 60-х годов) 3,3 м и уменьшения толщины стен из-за усовершенствования методов расчета каменных конструкций и конструктивных схем зданий. Вместе это уменьшило массу зданий и, соответственно, относительную массивность, хотя существенного ухудшения комфорта жилища по общепризнанным экспертным оценкам не произошло.

**Таблица 5.3.14 – Сравнительная характеристика показателя массивности  $k_G$  жилых зданий различных периодов строительства**

Краткая характеристика здания	$k_G$
Кирпичные (дореволюционные), перекрытия деревянные	4,0—2,5
Кирпичное, перекрытия железобетонные, с.1-511	3,0
Крупноблочное, с.1-439	2,4
Каркасно-панельное, с.1-335	1,3
Крупнопанельные, сс.1-463, 1-464, 1-465	1,5—1,4

В настоящее время на массу наружных стен влияет теплотехнический расчет в соответствии с директивной величиной требуемого сопротивления теплопередаче  $R^{mp}$ . С увеличением  $R^{mp}$  масса стен жилых зданий увеличивается за счет дополнительного слоя эффективного утеплителя. Это увеличение составляет около 0,5—1,0%, от массы стен, чем можно пренебречь, тем более, что из-за применения навесной конструкции стен их массу снижают за счет уменьшения толщины основного материала, например, вместо стены в 2 обычных кирпича (510 мм) принимают в 1,5 и кроме того, облегченный (380 мм).

При относительно одинаковой плотности кирпичных стен зданий в довоенный и послевоенный периоды, последние имеют большую массивность, чем крупноблочные здания. В начале полносборного строительства эффективных решений стеновых блоков еще не было, и они изготовлялись на ДСК из того же кирпича что и кирпичные дома. Поэтому уменьшение массивности вызвано уменьшением высоты этажа типовых зданий, поскольку междуэтажные перекрытия из сборного железобетона тяжелее деревянных, применяемых в зданиях старой застройки.

Наихудший показатель относительной массивности имеют типовые крупнопанельные дома начала массового строительства (первого поколения). Их панели и плиты были из вафельных скорлуп, в чем в

реализовались достижения сборного направления по снижению материалоемкости (эффективные утеплители, высокие марки бетонов, расчет по предельным состояниям и др.). В следующих поколениях «пятиэтажек» были улучшены конструктивные решения, и показатель массивности зданий несколько увеличился, хотя остался значительно меньшим в сравнении со зданиями послевоенного строительства.

**Таблица 5.3.15 – Индекс массивности  $I_G$  многоэтажных жилых зданий**

Краткая характеристика здания	$I_G$
Старинной застройки (до- и послереволюционной)	1,8—2,1 и больше
Пред- и послевоенной застройки («сталинки»)	1,3—1,6
Типовые полносборные пятиэтажные («хрущовки»)	0,7—0,9
Современные коммерческие (II категории) с монолитным безригельным каркасом и навесными кирпичными стенами	1,0
Вариантные на базе межвидового каркаса с.1.020-1/87	1,1—1,2

Сравниваемые данные получены для зданий, существенно отличающихся по массе (из-за разных типов фундаментов, размеров лестничных клеток, «плотности» размещения перегородок на перекрытиях, более тяжелых чердачных крыш относительно совмещенных покрытий и др.). Поэтому показатель  $k_G$  по выражению (5.3.20) определен для зданий разных по возрасту и конструктивным решениям по унифицированной методике в сопоставимых условиях и приведен в табл. 5.3.15 как индекс массивности  $I_G$ . В таблице приведены показатели, относящиеся к современным «именным» жилым зданиям (с монолитным безригельным каркасом, сеткой колон  $5 \times 5$  м, навесными облегченными кирпичными стенами, фасадными системами) и к рассмотренным выше вариантным жилым зданиям на базе каркаса с.1.020-1/87 с кирпичными навесными стенами.

Расчетные данные, приведенные в табл. 5.3.15, соответствуют усредненным объемно-планировочным параметрам одного этажа зданий представительных конструктивных решений. Как видно из таблицы, индекс массивности коммерческих жилых зданий больше, чем у «пятиэтажек», но существенно ниже, чем у зданий пред- и послевоенной застройки. Вариантные здания на базе каркаса с.1.020-1/87 с типовыми или модифицированными несущими конструкциями приближены к показателям последних, что дает повышение комфортности жилища в отношении относительной массивности.

**Технико-экономический аспект.** Строительство жилых зданий рассмотренных АКТ-схем в сравнении с типовыми и «именными» проектами может иметь смысл в современных условиях для людей со средним уровнем материального обеспечения, которые могут оплатить повышенные требования к жилищу. Для них уже неприемлемы жилые дома прошлых типовых серий (группы А), а квартиры в коммерческих «именных» зданиях большинству населения недоступны. Жилая вариантная система на базе каркаса с.1.020-1/87 является альтернативой и тем и другим жилым зданиям, разрешающее данное противоречие.

Так, например, при модульной ячейке в каркасе размерами 6×6 м и двухпролетной трехшаговой секции 12×18 м одна квартира имеет общую площадь (в осях и с лестнично-лифтовым узлом) 216 м<sup>2</sup>, а в двух уровнях – 432 м<sup>2</sup>; при размещении в секции 2-х квартир соответственно 108 и 216 м<sup>2</sup>; 4-х – 54 и 108 м<sup>2</sup>. Секция такой же габаритной схемы с редкоопорным каркасом при размерах ячейки 9×12 м дает общую площадь для одной квартиры в одном уровне 648 м<sup>2</sup>, для 2-х квартир – 324 м<sup>2</sup>, 4-х – 81 м<sup>2</sup>. Такие квартиры с большей площадью могут иметь залы высотой в два этажа – 6 м. В этих примерах объем помещений за счет высоты этажа увеличивается относительно типовых норм примерно на 18%.

Таким образом, вариантность габаритных и других параметров каркаса обеспечивает возможность получать квартиры в большем диапазоне изменения общей площади и объема в сравнении с типовыми [16, 183] и современными (тоже типовыми, хотя они и «именные») жилыми домами. Рассмотренные здесь решения являются многовариантными по объемно-композиционным и АКТ-схемам, что увеличивает диапазон стоимости квартир соответственно уровням платежеспособности разных слоев населения.

Проведенный в разделе 1.1 анализ показывает преимущества и недостатки полносборного строительства. Стоимость 1 м<sup>2</sup> жилой площади здания из серийно изготовленных изделий с учетом коротких сроков строительства объективно меньше стоимости несборных зданий. Предложенные АКТ-решения на базе каркаса с.1.020-1/87 с навесными стенами из облегченного кирпича устраняют недостаток жилых полносборных зданий за счет применения комбинированной ИСС.

Экономическая целесообразность рассмотренных вариантов жилых зданий прогнозируется опытом массового строительства предшествующего периода типового проектирования. Безусловное подорожание в современных условиях жилища относительно типового, которое было, определяется нецивилизованными рыночными условиями, отсутствием государственного финансирования жилищного строительства и т.п.

Удельная физическая масса жилых зданий рассмотренных вариантов выше, чем крупнопанельных домов из-за большей высоты этажа и применения ригельного каркаса. Однако она уменьшается с сокращением удельных затрат на внутренние конструкции из-за больших планировочных сеток и меньшего количества перегородок. Очевидно, что массовое строительство жилых многовариантных зданий (включающее доступное жилье) может быть целесообразным при условии расширенной демографии в стране и соответствующей прогрессивной социальной политики, особенно в период исчерпания долговечности жилого фонда, построенного в 60-х годах прошлого столетия.

\*\*\*

В данном разделе показана возможность применения типового межвидового каркаса с.1020-1/87 из сборных железобетонных конструкций для жилищного строительства, на комплексном применении положений обобщенных теорий заменяемости и модульности. Рассмотрены варианты использования типовых конструкций каркаса без их доработки (т.е. на основе формальной заменяемости); то же, при использовании его как базовой системы с модификацией типовых конструкций (т.е. на основе неформальной заменяемости), включая объемно-планировочные сетки с укрупненными и укрупненно-дробными геометрическими параметрами. Отметим, что редкоопорные сетки с укрупненно-дробными параметрами дали лучшее приближение к проектным нагрузкам на ригели и колонны.

Распространение области применения межвидового каркаса на жилищное строительство делает этот каркас «более» межвидовым. Каркас повышает капитальность жилых зданий и комфортность жилья. Последнее обеспечивается лучшим показателем относительной массивности.

Типовая и модифицируемая номенклатура конструкций каркаса с.1020-1/87 представляет собой «арсенал», который можно использовать выборочно комплектами в целесообразных объемах и последовательности, соотносясь с возможностями населения в большом диапазоне параметров качества жилья, а также материально-технической базой регионов.

Целесообразна также более развитая номенклатура арматурных модульных каркасов, обеспечивающих вариантность ригелей и колонн в большем диапазоне их несущей способности. Такая модификация каркаса не требует изменений в номенклатуре типов сборных конструкций (и, следовательно парка металлоформ для них).



Итак, комплексное применение обобщенных теорий заменяемости и модульности обеспечивает «гибкое» *типовое–индивидуальное* проектирование жилой ИСС, т.е. как многовариантой с управляемыми геометрическими, грузовыми и силовыми параметрами.

#### 5.4. Неноминальная заменяемость

Согласно описанию многообразия ИСС диалектическим квадратом заменяемости изделий промышленного серийного производства *неноминальная разнотипность* сохраняет соответствие не формальным основаниям определений разных форм заменяемости, а общности АКТ-решений одному функционально-технологическому назначению. В типологическом ряду ИСС, соответствующих такой заменяемости, могут быть альтернативные АКТ-решения – мелкоштучные, монолитные и комбинированные, поскольку они не тождественны основаниям определений взаимо-, разно-, амбизаменяемости.

Для неноминальной разнотипности, в частности, характерно решение **проблемы «пятиэтажек»**, относящейся к полносборным жилым домам массового строительства в 60-х годах прошлого столетия.

**Особенности полносборных пятиэтажных домов.** Крупноблочные и крупнопанельные жилые дома коренным образом отличаются архитектурно-строительными, конструктивно-технологическими и объемно-планировочными решениями от традиционных жилых домов (раннего периода индустриализированного строительства из мелкоштучных материалов), а также от методов реконструкции последних [160; 208; 281, сс.341—350]. Основные особенности полносборных домов заключаются в следующем:

- соотношение величины нормативного физического износа и нормативной долговечности менее благоприятны (с учетом класса ответственности, предела долговечности, предела огнестойкости) у полносборных зданий, поэтому целесообразность их реконструкции возрастает при увеличении реальной долговечности на срок более нормативного;
- расчет строительных конструкций производился по методу предельных состояний (в отличие от методов допускаемых напряжений и разрушающих нагрузок, которыми рассчитывались конструкции «доиндустриальных» зданий), что методически исключает реконструкцию с догрузкой зданий дополнительными этажами. Это вызывает потребность в новых решениях реконструкции, соответствующих особенностям расчета;
- за внешним однообразием полносборных зданий в них кроется

множество конструктивных различий и особенностей, нехарактерных для традиционных зданий, что требует конкретного подхода к каждому зданию даже одной серии, несмотря на типовое проектирование;

- массовое серийное промышленное строительство полносборных зданий предопределяет и массовую реконструкцию преимущественно индустриализированными методами, что не исключает, разумеется, использования традиционных построечных методов и строительных материалов;

- конструктивная взаимосвязь крупноразмерных элементов в сборных зданиях посредством закладных деталей и соединительных стержней, а также диафрагмами перекрытий, их заземлением в стенах для обеспечения устойчивости остова отсутствуют в зданиях старой постройки, что не дает полносборным зданиям резервов повышения прочности и устойчивости за счет уменьшения гибкости стен. Принято считать, что долговечность крупнопанельных домов ограничивается сроком службы монтажных связей, зависящим от скорости коррозии. Данная особенность в сочетании с меньшей долговечностью многослойных панелей (относительно кирпичных стен) и отсутствием их самоуплотнения являются предпосылкой для совмещения реконструкции с усилением;

- уменьшение размеров помещений, упрощение их состава по назначению до санитарно-гигиенического минимума и т.п., с одной стороны, и образование изолированной жилой ячейки на семью, с другой, предопределяют особенности устранения морального износа полносборных зданий относительно зданий старой постройки, имеющих противоположные указанным качества;

- крупнопанельные элементы в пятиэтажных домах в конструктивном отношении принципиально решены так же, как и в современных полносборных зданиях (по наличию монтажных связей, видам материалов, характеру разрезки стен и т.п.). Это может ориентировать на применение типовой номенклатуры сборных конструкций жилых зданий повышенной этажности;

- проектирование полносборных зданий на высоком уровне унификации и типизации по ЕМС с тенденцией укрупнения модульных размеров в основном исключает применение сборных изделий, предназначенных для реконструкции старых зданий, которые возводились без модульной унификации, что может потребовать производства новой номенклатуры сборных изделий;

- множество ошибок, недочетов и т.п. при плановых сроках строительства, приобретении опыта индустриализованного строительства жилья на принципиально новых основах (социально-эконо-

мических и научно-теоретических) предопределили низкие эксплуатационные качества полносборных зданий, что требует сочетания реконструкции и модернизации с устранением комплекса недостатков;

- за период эксплуатации типовых сборных зданий получили развитие альтернативные направления индустриализированного производства жилых зданий, в частности, монолитное, расширяющее материально-технические возможности, а также архитектурно-конструктивную и технологическую сущность реконструкции;

- реконструкция и модернизация пятиэтажного жилого фонда будет осуществляться в радикально отличающихся социально-экономических условиях, что предопределяет необходимость разработки пакета архитектурно-конструктивных версий адекватных различным требованиям и материально-техническим возможностям.

**Постановка проблемы.** Замыслом пакета альтернативных решений по модернизации (с реконструкцией, усилением, перепланировкой и капитальным ремонтом) пятиэтажных полносборных домов типовых серий является обеспечение архитектурно-строительного проектирования широким технически возможным диапазоном новых АКТ-решений, в основу которых заложена концепция продления долговечности домов на срок более нормативного при дополнительном увеличении конструктивными средствами самого нормативного срока службы зданий [В.36].

Долговечность рассматриваем как аддитивную величину, выраженную в модульной системе (см. рис. 5.1.9) в виде основного *модуля долговечности*  $M_d$ , составляющего 100 лет с шагом дробного унифицированного ряда модуля долговечности 25 лет. Тогда нормативная классификация долговечности примет, например, вид:

I класс – не менее  $1,0M_d$  и далее:  $1,25M_d$ ,  $1,5 M_d$  и более;

II класс – не менее  $0,5 M_d$ ;

III класс – не менее  $0,25 M_d$ ;

недолговечные (временные, в том числе инвентарные здания, сооружения: сборно-разборные, передвижные, контейнерные) – менее  $0,25 M_d$ .

Приведенным рядом модульных значений будет далее оцениваться (предположительно) долговечность полносборных зданий после реконструкции, осуществляемой различными АКТ-вариантами.

**Исходные положения** предлагаемых решений реконструкции полносборных домов различных АКТ-схем:

- экономическая целесообразность обсуждаемой в разное время (с конца 80-х годов прошлого столетия) реконструкции может оказаться актуальной в недалекой перспективе. При существующем положении (социального устройства, экономики, законодательства и др.) комп-

лексный учет факторов, относящихся к транспортным сетям, инженерным коммуникациям, социально-бытовой инфраструктуре и т.п. может свидетельствовать более о преимуществах реконструкции и модернизации по сравнению со сносом жилого фонда;

- сочетание реконструкции с перепланировкой, ремонтом, усилением, улучшением эксплуатационных качеств, повышением нормы площади и уплотнением застройки обеспечит одновременно устранение морального и физического износа с меньшими затратами. Это достигается совмещением переустройства с пакетом АКТ-решений;

- целесообразность (техническая, экономическая, социальная) реконструкции и модернизации зданий возрастает при увеличении их долговечности на срок более нормативного, который был принят равной по типовой классификации II классу, со сроком службы не менее  $0,5M_d$ . Повышение срока службы до  $1,0M_d$  и более при устранении морального износа или его компенсации (по норме площади и др.) существенно снизит капитальные затраты в расчете на 1 год дальнейшей эксплуатации;

- многообразие реальных условий при решении проблемы применительно к конкретным жилым зданиям (конструктивным схемам, градостроительным факторам, состоянию материально-технической базы, форм собственности на здания, социального состава жильцов и т.д.) должно соответствовать многообразию конструктивно-технологических и архитектурно-конструктивных решений реконструкции [В.13, 14].

**Решения проблемы. Первое решение** (рис. 5.4.1), его АКТ-сущность: стойки усиления вплотную охватывают по вертикальным швам внутри и снаружи остова все стеновые панели в плане и на всех этажах здания. Наружные и внутренние стойки соединены между собой, со стеновыми панелями и с плитами перекрытий деталями крепления – тяжами, анкерами, распорными устройствами; стойки являются силовыми нащельниками [Г.48].

Теоретическая основа решения – исключение возможных степеней свободы крупноразмерных несущих элементов (как дисков) в диафрагмовом остове здания при отказе в нем связей от коррозии. Принимаются во внимание конструктивные ограничения перемещений элементов в каждом узле их сопряжения по проектам конкретных типовых серий. Конструкция обеспечивает дублирование пространственной устойчивости зданий новыми средствами фиксации.

Данное решение (самое простое и дешевое) применимо для усиления крупнопанельных зданий, как с поперечными, так и продольными несущими стенами, с узким и широким шагом, при плитах настилов или плитах размерами «на комнату». Оно позволяет увеличить эксплуатационную пригодность зданий относительно нормативной долго-

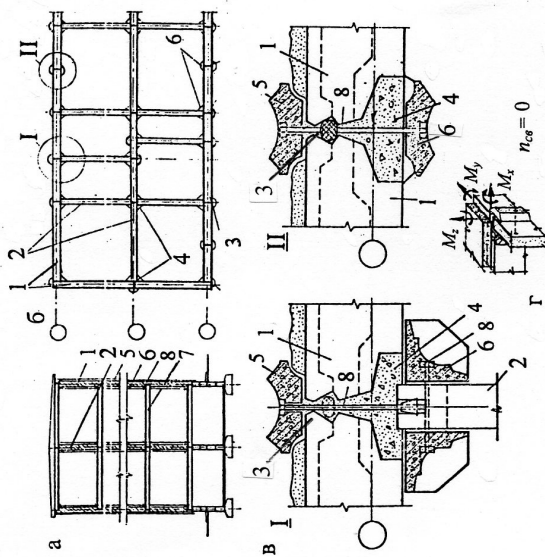


Рис. 5.4.1 – Реконструкция крупнопанельного пятиэтажного дома с использованием силовых нащельников

а – поперечный разрез; б – план; в – узлы; г – схема исключения степеней свободы панелей и плит; 1, 2 – наружные и внутренние панели; 3, 4 – наружные и внутренние вертикальные швы; 5, 6 – наружные и внутренние нащельники; 7 – перекрытия; 8 – стальные устройства

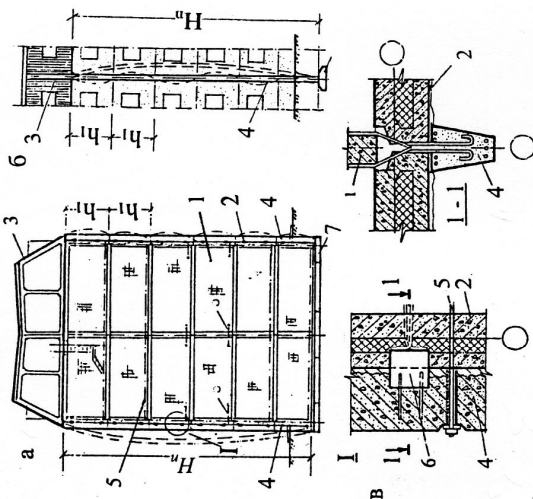


Рис. 5.4.2 – Реконструкция крупнопанельного пятиэтажного дома усовершенствованным методом «фламинго»

а, б – поперечный разрез и фрагмент фасада (совмещены со схемой работы); в – характерный узел; 1, 2 – поперечная несущая и наружная навесная панель; 3 – безраскосная ферма высотой на мансардный этаж; 4 – стойки рамы (пилоны-нащельники); 5 – тяжи; 6 – пластинчатые опоры; 7 – существующие фундаменты

вечности ориентировочно вдвое, т.к. отработавшие один нормативный срок связи дублируются силовыми нащельниками. Общая долговечность здания после реконструкции составит, таким образом, не менее  $1,0M_d$ . Повышается надежность эксплуатации в предаварийный период. Обеспечивается дополнительная герметизация швов, снижаются эксплуатационные затраты на их последующее содержание, улучшается вид фасадов.

**Второе решение** (рис. 5.4.2): реконструируемый дом в поперечном сечении охвачен однопролетными поперечными рамами, установленными по вертикальным швам наружных стен. Ригели рам – безраскосные фермы высотой на мансардный этаж. Рамы вплотную приставлены к продольным стенам с поэтажной анкеровкой их тяжами к поперечным несущим стенам для уменьшения продольного изгиба стоек рам.

Новым в решении является то, что стойки имеют пластинчатые упоры на подоконном и перемычечном уровнях, заведенные в вертикальные швы, что обеспечивает одновременно фиксацию их от потери устойчивости из плоскости и распределение давления от изгиба стоек на торцы стеновых панелей. Ферма высотой на этаж исключает догрузку стеновых панелей (как в аналогах) и фиксирует пространственную устойчивость крупнопанельного остова в работоспособном состоянии при отказе связей. Данные мероприятия делают практически пригодным архитектурно-конструктивное решение, известное как «метод фламинго» [190], стойки согласно которому оперты на существующие фундаменты.

Теоретическая основа решения – уменьшение расчетной длины стойки до 0,5—1 этажа, имевшей по аналогу высоту в 5 этажей. Это обеспечивает минимальное поперечное сечение стоек и армирование при нагружении их мансардным этажом. Оно применимо для зданий с поперечными несущими стенами, имеющими узкий или широкий шаг. Может использоваться при реконструкции крупноблочных и кирпичных домов.

Данное решение повышает надежность дома после реконструкции, увеличивается его долговечность (также до  $1,0M_d$  и более), улучшается благоустройство верхнего этажа перепланировкой квартир в двух уровнях с исключением необходимости в лифте и мусоропроводе, увеличивается полезная площадь дома за счет дополнительного этажа [Г.46].

**Третье решение** (рис. 5.4.3): стойки, поддерживающие мансардный этаж и фиксирующие здание, развиты в поперечном сечении здания, образуя двухветвевые пилоны. На всех этажах по решеткам пилонов уложены плиты настилов, являющиеся для дома поясами жестко-

сти, для чего эти плиты соединены между собой с предварительным натяжением. Пилоны лоджий оперты на самостоятельные фундаменты [Г.56].

Для расчета достаточного усилия натяжения поэтажных поясов исходим из положения, что признаками износа здания является выпучивание стен более 1/200 длины деформированного участка и отклонение от вертикали более 1/100 высоты стены в пределах помещения. Согласно строительным правилам [159] составляет такие изменения дают износ 61—70%, предусматривающий замену (усиление) стен. При высоте этажа типовых домов 2,8 м во II, III климатических районах предельная величина отклонения стены составляет 2,8 см. С учетом отрицательного аэродинамического давления ветра нагрузка  $N$ , действующая на 1 пог. м вдоль стены на каждый этаж (т.е. на пояс) дома, может определяться выражением

$$N = (g \sin \alpha + 0,8 \cdot 1,2 \frac{w}{2}) l h, \quad (5.4.1)$$

где  $g$  – удельная масса стеновых панелей, кН/м<sup>2</sup>;

$\alpha$  – предельный угол наклона стеновой панели, определяется по  $\operatorname{tg} \alpha$  исходя из отношения катетов 280/2,8;

$w$  – нормативное давление ветра, кПа;

$l$  – длина стены, м;

$h$  – высота стеновой панели, м;

0,8; 1,2 – коэффициенты соответственно аэродинамический и надежности по перегрузке.

Решение применимо для коротких домов (не более 3 секций) прямоугольной формы в плане. Дополнительно к предыдущим решениям оно улучшает объемно-планировочные решения квартир на всех этажах за счет устройства поясных лоджий; увеличивается приведенная площадь квартир на всех этажах. Радикально изменяется архитектурный вид дома, при этом торцы дома имеют угловые лоджии. Предыдущие виды положительного эффекта (герметизация швов, снижение затрат на их содержание, повышение надежности и т.д.) сохраняются. За счет защитных функций обстройки (от косых дождей) [286] дополнительно увеличивается долговечность дома ориентировочно на 0,25  $M_d$  и составляет примерно 1,25  $M_d$ .

**Четвертое решение** (рис. 5.4.4). Отличие его заключается в характере монтажного обжима остова дома, осуществляемого посредством двухветвевых пилонов (а не поясами из плит) на уровне мансардного этажа фермами высотой на этаж, которые выполняют функцию поперечных затяжек [Г.55].

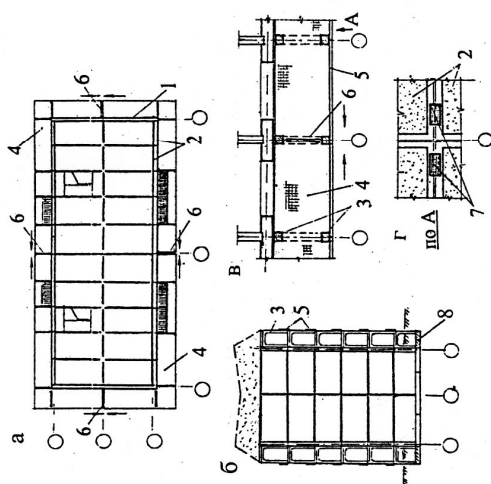


Рис. 5.4.3 – Реконструкция крупнопанельного пятиэтажного дома с предварительно стягиваемыми поясами

а – план; б – поперечный разрез; в – план многоэтажной лоджии, г – фрагмент фасада; 1, 2 – поперечные несущие и наружные навесные панели; 3 – пилоны лоджий; 4 – пояса из плит лоджий; 5 – экраны-диафрагмы; 6 – «замок»; 7 – подкладка в швах; 8 – дополнительный фундамент

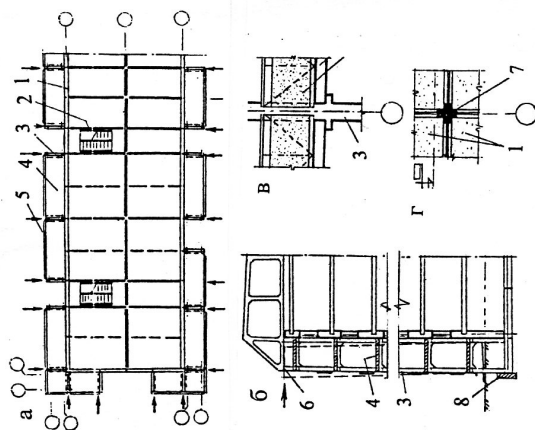


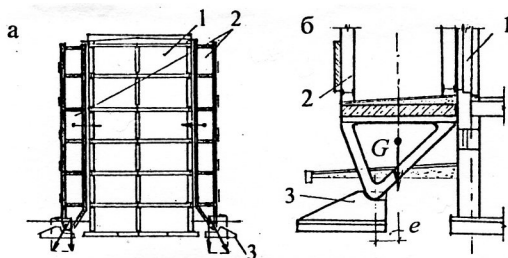
Рис. 5.4.4 – Реконструкция крупнопанельного пятиэтажного дома с предварительно стягиваемыми пилонами

а – план; б – поперечный разрез; в – сопряжение элементов лоджии с пилоном; г – фрагмент фасада; 1, 2 – соответственно наружные и внутренние панели; 3 – пилоны; 4 – плиты лоджий; 5 – экраны-диафрагмы; 6 – «замок»; 7 – подкладка в швах; 8 – шпора



Данное решение обладает всеми положительными эффектами предыдущих и может использоваться для реконструкции домов любой длины и сложной формы плана, например, с уступами. Возможны также разрывы в образуемых поэтажных лоджиях, в частности, напротив лестничных клеток, что дает архитектурную свободу в решении фасадов. Долговечность домов после реконструкции будет такой же, как и в предыдущем решении.

**Пятое решение** (рис. 5.4.5) аналогично предыдущему, но предварительное натяжение пилонов происходит самопроизвольно. Сущность: двухветвевые пилоны, установленные на самостоятельные фундаменты в местах расположения вертикальных швов с противоположных сторон дома вплотную к панелям стен, давят на них собственной массой за счет эксцентричных опор пилонов, шарнирно установленных на фундаменты. Последние устойчивы на сдвиг в сторону от дома, для чего возможно применение блочных асимметричных фундаментов под Г-образные рамы (по *методу инверсии*) [Г.57].



**Рис. 5.4.5 – Реконструкция крупнопанельного пятиэтажного дома с самообжимающими многоэтажными пилонами с лоджиями**

а – схема работы здания; б – характерный узел: 1 – крупнопанельный дом; 2 – эксцентрично установленные многоэтажные лоджии (обстройка); 3 – дополнительные фундаменты, устойчивые на сдвиг

Расчет достаточного усилия обжатия стен пилонами сверху в последних решениях (четвертом и пятом) отличаются от предыдущего (третьего) тем, что нагрузка  $N$ , прикладываемая к пилону, формируется на грузовую площадь по всей высоте (а не по длине) дома, т.е.

$$N = (g \sin \alpha + 0,8 \cdot 1,2 w) \ln B \quad (5.4.2)$$

где  $n$  – количество этажей в доме;

$B$  – шаг пилонов, м.

Устойчивость пилонов с лоджиями на опрокидывание (в сторону от дома) определяется выражением:

$$\eta e(G + q) > N \frac{H}{2}, \quad (5.4.3)$$

где  $\eta$  – коэффициент надежности по перегрузке (меньше единицы);  
 $e$  – величина эксцентриситета опорной части пилона, м;  
 $G$  – масса постоянных конструкций, кН;  
 $q$  – временная нагрузка на лоджии при невыгодном сочетании;  
 $N$  – нагрузка от стен дома, опрокидывающая пилоны (при отказе связей), определяемая по выражению (5.4.2);  
 $H$  – высота пилона, м.

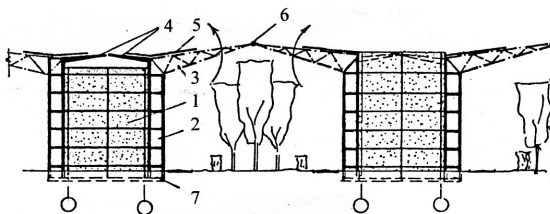
Устойчивость пилонов на сдвиг фундаментов проверяется выражением:

$$e(G + q) \sin \alpha > fNF, \quad (5.4.4)$$

где  $f$  – коэффициент трения бетонного фундамента о грунт основания;  
 $F$  – площадь подошвы фундамента, м<sup>2</sup>.

Данное решение обладает преимуществами предыдущего, а также улучшает статическую работу системы здание–многоэтажная застройка. Дополнительным техническим эффектом относительно предыдущих аналогов является то, что обжатие дома не зависит от возможного ослабления тяжей.

**Шестое решение** (рис. 5.4.6). Сущность: обжатие дома осуществляется рамами, установленными между смежными домами, находящимися в створе. При этом рамы перекрывают всю придомовую территорию, образуя крытый (частично у стен домов или полностью) атриум. Рамы имеют стойки в виде многоэтажных лоджий аналогичные предыдущему решению и светопрозрачное покрытие [Г.54].



**Рис. 5.4.6 – Жилой комплекс из реконструированных крупнопанельных пятиэтажных домов с атриумами**

1 – крупнопанельные дома; 2 – многоэтажные лоджии (пилоны); 3, 4 – внешние и внутренние консоли рам; 5 – светопрозрачное покрытие; 6 – регулируемый шарнир; 7 – дополнительные фундаменты

Дополнительно (к предыдущим решениям) создается искусственная среда на придомовых территориях. Являясь наиболее сложным в конструктивном отношении и дорогим, это решение дает и наибольшие преимущества в обеспечении защиты домов и прилегающих к ним пространств от неблагоприятных естественных атмосферных и антропогенных воздействий. Долговечность домов возрастает больше, чем в предыдущих решениях, т.к. наружная ограждающая конструкция домов не подвергается замачиванию, последующему промерзанию и др.

Предположительно долговечность домов при такой реконструкции составит 1,5—2М<sub>д</sub>. Уровень благоустройства придомовых территорий и самих домов может быть наиболее высоким.

**Седьмое решение** (рис. 5.4.7). Монолитная оболочка вокруг здания усилена для обеспечения самоустойчивости благодаря наружным ребрам по вертикальным швам стен и перемышечным плитам перекрытий, образующим пространственную ребристую изнутри (по горизонтали) и снаружи (по вертикали) конструкцию, которая охватывает сборное здание, лишая его элементы свободы перемещений при отказе связей [В.14, с.108].

Данным решением расширяются возможности реконструкции за счет использования материально-технической базы монолитного домостроения. Долговечность домов увеличивается примерно до 1,25М<sub>д</sub>, поскольку наружные панели защищены от непосредственных атмосферных воздействий монолитной оболочкой. Улучшаются эксплуатационные качества наружных стен по сопротивлению теплопередаче, тепловой инерции, воздухо- и паронепроницаемости; внешний вид наружных стен перестает быть крупнопанельным. В отличие от предыдущих данное решение дает новый дополнительный эффект – исключение вторичных швов и омоноличивание первичных швов между наружными панелями.

**Восьмое решение** (рис. 5.4.8). Над реконструируемым крупнопанельным домом возводится многоэтажная надстройка из крупнопанельных элементов номенклатуры, предназначенной для строительства жилых зданий повышенной этажности. Надстройка опирается на обстройку, выполненную в виде порталной рамы.

Новое здесь то, что обстройка плотно охватывает своими пилонами (в виде многоэтажных лоджий) существующий дом, позволяя при этом основанию обстройки с надстройкой деформироваться независимо от основания дома. Это обеспечивается заполнением зазора между поверхностями достроенной и существующей частей сооружения слоем пенополиуретана, выполняющим роль антифрикционной смазки (дополнительно к функции утепления стен). Портальная рама имеет жесткие узлы сопряжения стоек с ригелем – балкой-диафрагмой

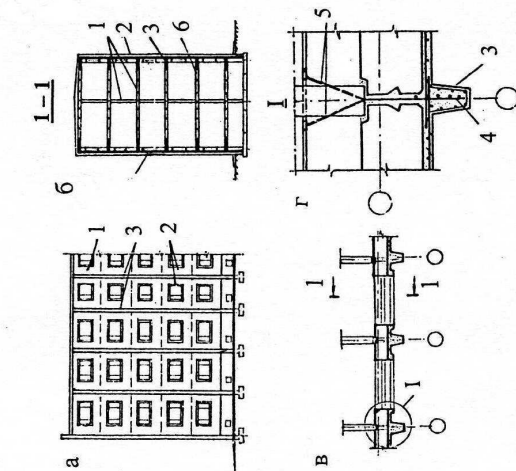


Рис. 5.4.7 – Реконструкция крупнопанельного пятиэтажного дома с монолитной самонесущей оболочкой  
а – фасад после реконструкции, фрагмент; б – схема самонесущей оболочки, поперечный разрез; в – план стены с оболочкой, фрагмент; г – характерный узел сопряжения конструкций: 1 – дом; 2 – монолитная оболочка; 3 – ребро оболочки; 4 – каркас ребра; 5 – анкер каркаса; 6 – плита перекрытия

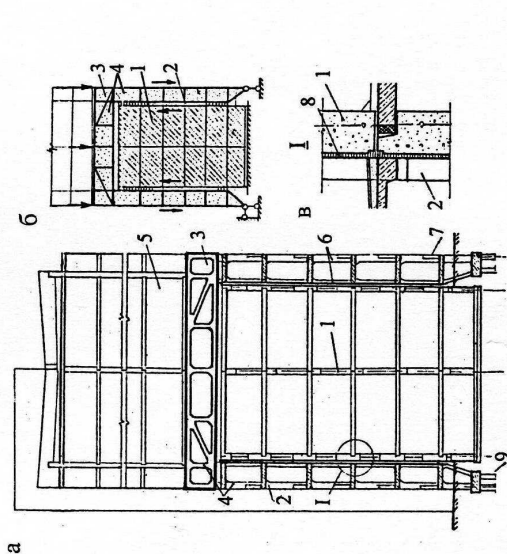


Рис. 5.4.8 – Реконструкция крупнопанельного пятиэтажного дома с ненагружающей многоэтажной надстройкой  
а – разрез; б – схема; в – характерный узел; 1 – реконструируемый дом; 2 – обстройка (многоэтажная лоджия); 3 – ферма высотой на этаж; 4 – порталная рама; 5 – надстройка; 6 – пилоны; 7 – экран-диафрагма; 8 – слой пенополиуретана; 9 – фундаменты

высотой на технический этаж и шарнирную опору на самостоятельные фундаменты посредством консольной переходной конструкции [В.14, с.117].

Дополнительно увеличивается полезная и жилая площадь дома, а также плотность застройки селитебной территории. Долговечность пятиэтажного дома возрастает за счет защиты его от внешних воздействий достроенной частью примерно до  $1,5M_d$ . Результирующая долговечность сооружения в целом выравнивается, не перенося проблему «пятиэтажек» на будущее, поскольку при сроке службы новой части не менее  $0,75 M_d$  существующий дом получит дополнительный период эксплуатации примерно  $0,75 M_d$ .

Становится целесообразным улучшить благоустройство пятиэтажной части дома оборудованием его лифтом и мусоропроводом. Решение применимо при сохранении нормативной инсоляции соседних домов и выполнении других градостроительных условий [В.37].

**Общая характеристика решения проблемы «пятиэтажек».** Реконструкция совмещена с усилением несущих элементов при обеспечении их общей и местной устойчивости, что дает возможность увеличить долговечность, во-первых, за счет продления работоспособности деталей крепления, во-вторых, путем увеличения периода эксплуатационной пригодности остовов зданий после отказа деталей крепления, т.е. как бы после их разрушения, которого не будет. Последнее достигается разными АКТ-средствами, в основе которых лежат *методы принудительной фиксации и дублирования монтажных связей*. Это – проектно-конструкторская основа АКТ-решений. Лишение всех степеней свободы перемещений крупноразмерных элементов составляет их научно-методическую концепцию.

Пакет вариантов акт-решений реконструкции последовательно усложняется в архитектурно-конструктивном и конструктивно-технологическом отношениях, кумулятивно увеличивая положительные эффекты. Варианты альтернативны, но дополняют друг друга отдельными признаками. Поэтому каждый из вариантов может применяться отдельно для реконструкции той или иной группы домов, а также совместно в любом сочетании, исходя из градостроительных условий, местных материально-технических возможностей, источников и размеров финансирования. Это составляет общую социально-экономическую концепцию предложенного направления решения проблемы «пятиэтажек».

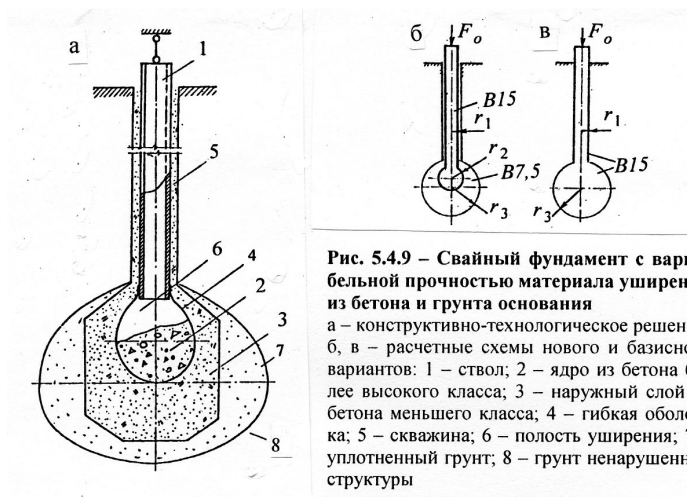
Отбор неплотностей между сопрягаемыми элементами при реконструкции 5-ти этажных домов реализуется приемами *предварительного обжата, омоноличивания или пространственного охвата обстройкой*. В предложенных АКТ-решениях снята проблема швов,

характерная для полносборного строительства: частично за счет их закрытия силовыми нащельниками или двухветвевыми пилонами и полнотой – монолитной самоуплотняющей оболочкой и пенополиуретановой прослойкой [В.13, 14].

**Другие примеры неноминальной разнотолщинности.** Дополним приведенные АКТ-решения по реконструкции 5-ти этажных домов другими, иллюстрирующими применение конкретных методов неноминальной заменяемости.

*Метод вариативности свойств* материала конструкции. Свайный фундамент (рис. 5.4.9) имеет на конце полой сваи уширение, выполненное из бетона с уменьшающейся от центра к периферии прочностью. Окружающий уширение грунт также имеет уменьшающееся расчетное сопротивление грунтов – уплотненного слоя и слоя естественного залегания. Таким образом, внутренние напряжения в теле уширения по мере удаления от места приложения нагрузки затухают, и соответственно уменьшается в нем прочность материалов [Г.23].

Сравнительный технико-экономический анализ свайного фундамента, имеющего вариативную прочность материала уширения, с традиционным свайным фундаментом проведем в сопоставимых исходных данных.



**Рис. 5.4.9 – Свайный фундамент с вариативной прочностью материала уширения из бетона и грунта основания**

а – конструктивно-технологическое решение; б, в – расчетные схемы нового и базисно-вариантов: 1 – ствол; 2 – ядро из бетона более высокого класса; 3 – наружный слой бетона меньшего класса; 4 – гибкая оболочка; 5 – скважина; 6 – полость уширения; 7 – уплотненный грунт; 8 – грунт ненарушенной структуры

По СНиП [206] или [231] площадь опирания сваи, принимаемая равной поперечному сечению в месте наибольшего диаметра  $A$ , определяется по формуле, которая для данного случая имеет вид:

$$A = F_O / R, \quad (5.4.5)$$

где  $F_O$  – несущая способность сваи на сжимающую нагрузку, кН;

$R$  – расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи, кПа.

Примем  $F_O = 1000$  кН,  $R = 200$  кПа. Площадь опирания сваи по уширению равна:

$$A_3 = \frac{1000 \cdot 10^4}{200} = 5 \cdot 10^4 \text{ см}^2. \text{ Отсюда находим радиус уширения:}$$

$$r_3 = \sqrt{\frac{A_3}{\pi}} = \sqrt{\frac{50000}{3,14}} = 126 \text{ см.}$$

Из условия обеспечения прочности бетона наружного слоя уширения от давления внутреннего ядра, выполненного из бетона класса В7,5 с призмной прочностью  $R_B = 5,5$  МПа, получим радиус ядра:

$$A_2 = \frac{100010}{5,5} = 1820 \text{ см}^2, \quad \text{откуда} \quad r_2 = \sqrt{\frac{1820}{3,14}} = 24 \text{ см.}$$

Так же из условия обеспечения прочности ствола сваи, выполненного из бетона класса В15 и имеющего  $R_B = 11,0$  МПа, находим радиус ствола:

$$A_1 = \frac{100010}{11,0} = 909 \text{ см}^2, \quad \text{откуда} \quad r_1 = \sqrt{\frac{909}{3,14}} = 17 \text{ см.}$$

Итак, свая по новому варианту имеет диаметры: ствола – 34 см из бетона класса В15, ядра – 48 см из того же бетона, наружного слоя – 252 см из бетона класса В7,5; по базовому варианту: ствола – 34 см и уширения – 252 см из бетона класса В15.

Объемы бетона по базовому  $V_B$  и новому  $V_H$  вариантам равны:

$$V_B = \pi r_3^3 = 3,14 \cdot 1,26^2 = 6,3 \text{ м}^3;$$

$$V_H = \pi(r_3^3 - r_2^3) + r_2^3 = 3,14(1,26^3 - 0,24^3) + 3,14 \cdot 0,24^3 = 6,1 + 0,2 = 6,3 \text{ м}^3.$$

Принимая расход цемента марки 400 на 1 м<sup>3</sup> бетона класса В15 равным 270 кг, а марки 300 для бетона класса В 7,5 равным 225 кг, получим экономию Э цемента:

$$\mathcal{E} = 6,3 \cdot 270 - (0,2 \cdot 270 + 6,1 \cdot 225) = 1701 - 1427 = 274 \text{ кг.}$$

На одном свайном фундаменте экономится около 15% цемента, при этом большая часть уширения имеет меньшую его марку.

В предложенном АКТ-решении *метод варибельности* свойств материала сходится с *методом «нестандартного» применения* конструкции сваи (неформальная разнотипность) и с *методом дополнительных деталей* (здесь: материалов – пленки и бетона). Имеет место переходная форма неформальной заменяемости, поскольку использован сборный элемент – полая железобетонная или стальная свая.

Методом варибельности свойств материала были получены другие решения [Г.1, 23, 25, 28, 39, 44, 47].

*Метод совмещения функций.* Структурная ферма совмещает устройство для освещения и/или облучения (рис. 5.4.10). Нижний пояс фермы выполнен из труб, разомкнутых снизу по образующей. Стенки труб с перекрестными щелями в местах их пересечения усилены стержнями.

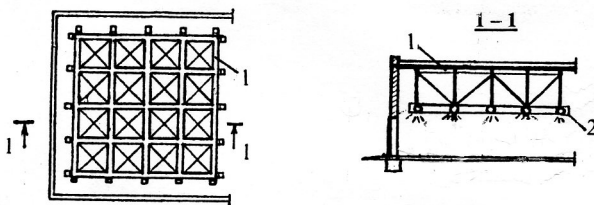


Рис. 5.4.10 – Структурная ферма покрытия, совмещенная со световодами

1 – структурная ферма; 2 – нижний пояс-световод

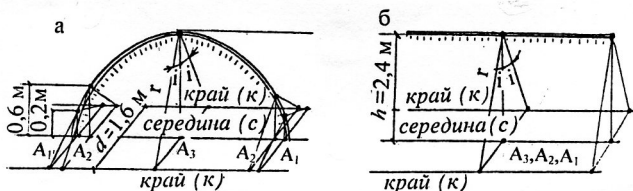


Рис. 5.4.11 – Схемы к сравнительному анализу равномерности освещенности

а – по прототипу (а.с. 887879 СССР, Ю.Б. Айзенберг и др.); б – по новому решению

Исходные данные для сравнительного анализа: световой поток равен 200 лм, высота от пола до нижнего пояса фермы (световода) – 2,4 м, длина панелей фермы (шаг световодов) – 1,6 м (рис. 5.4.11,б); прототип – пневматические арки-световоды мобильного сооружения (рис. 5.4.11,а).

По законам фотометрии освещенность  $E$  поверхности определя-



ется отношением светового потока  $\Delta\Phi$  к площади  $\Delta S$  [202]:

$$E = \Delta\Phi / \Delta S, \quad (5.4.6)$$

а освещенность, создаваемая источником силой света  $I$  на поверхности, удаленной на расстояние  $r$  от источника с углом падения  $i$ , равна

$$E = \frac{I \cos i}{r^2}. \quad (5.4.7)$$

Тогда освещенность пола по оси симметрии световода арочной конструкции в форме полуокружности определяется при

$$I = \frac{\Delta\Phi}{2\pi(1 - \frac{R}{r})}. \quad (5.4.8)$$

На высоте 0,2 м от пола в точке  $A_I$   $I = \frac{200}{2 \cdot 3,14(1 - 0,24)} = 41,5$  кд,

где  $\cos i = h/r = 0,2 : 0,83 = 0,24$ ,  $r = \sqrt{0,2^2 + \frac{1,6^2}{2}} = 0,83$ .

По середине полосы освещения  $E_{0,2}^C = I/r^2 = 41,5 : 0,2^2 = 103$  лк,

на краю полосы –  $E_{0,2}^K = Ih/r^3 = \frac{41,5 \cdot 0,2}{0,83^3} = 14,6$  лк.

По оси световода на высоте 0,6 м от пола в точке  $A_2$ :

$$r = \sqrt{0,6^2 + 0,8^2} = 1 \text{ м}, \quad I = \frac{200}{2 \cdot 3,14(1 - 0,6)} = 80 \text{ кд};$$

$$E_{0,6}^C = \frac{80}{0,60^2} = 220 \text{ лк}; \quad E_{0,6}^K = \frac{80 \cdot 0,6}{1,0^3} = 48 \text{ лк}.$$

Освещенность пола на высоте 2,4 м в точке  $A_3$ :

$$r = \sqrt{2,4^2 + 0,8^2} = 2,53 \text{ м}, \quad I = \frac{200}{2 \cdot 3,14(1 - 0,95)} = 644 \text{ кд};$$

$$E_{2,4}^C = \frac{644}{2,4^2} = 114 \text{ лк}; \quad E_{2,4}^K = \frac{644 \cdot 2,4}{2,53^3} = 96 \text{ лк}.$$

Освещенность пола по оси световода по середине и на краю полосы освещения на высоте 2,4 м по новому решению в точках  $A_I$ ,  $A_2$ ,  $A_3$

(рис. 5.4.12,б) соответственно равны:  $E_{2,4}^C = 114$  лк;  $E_{2,4}^K = 96$  лк.

Из сравнения графиков освещенности (рис. 5.4.12), построенных по расчетным значениям  $E$ , видно, что коэффициент относительной неравномерности освещенности пола  $K^{отн}$  от покрытия-световода по прототипу составляет:

$$K_{A1}^{отн} = 103:14,6 = 7,06; K_{A2}^{отн} = 220:48 = 4,17; K_{A3}^{отн} = 114:96 = 1,19,$$

т.е. наибольшая неравномерность имеет место по его краям. Коэффициент абсолютной неравномерности  $K^{abs} = 220 : 14,6 = 15,01$ .

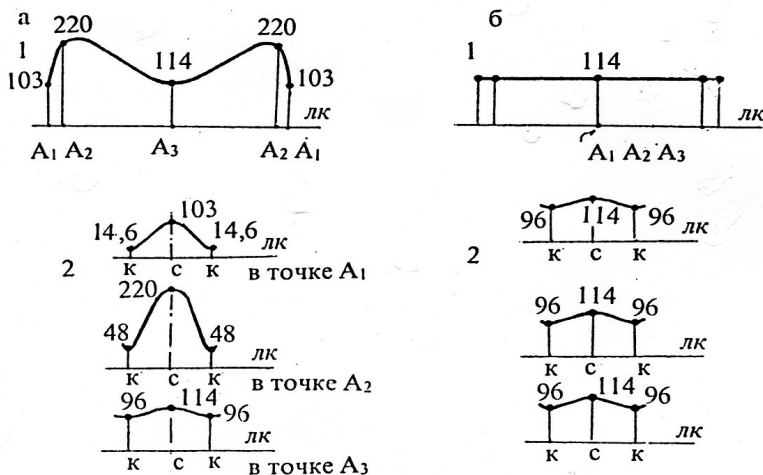


Рис. 5.4.12 – Графики освещенности от конструкций покрытий-световодов  
а – по прототипу; б – по новому решению: 1 – поперек здания; 2 – вдоль здания

Структурная ферма-световод обеспечивает относительный и абсолютный коэффициент неравномерности

$$K_{A1, A2, A3}^{отн( abs )} = 114 : 96 = 1,19,$$

который не изменяется также и вдоль оси световода.

Если принять во внимание, что световой поток  $\Delta\Phi$  по длине световода не постоянный, как условно принято в расчете, а уменьшается с удалением от источника освещения, то получим, что по прототипу ( $P$ ) освещенность в зените ( $h = 2,4$  м, точка  $A_3$ ) будет меньше, чем по новому ( $H$ ) решению, поскольку длины световодов  $L$  при равном

пролете зданий соответственно равны  $L_{\Pi} = \pi r$ ,  $L_H = r$ , а их отношение  $L_{\Pi}/L_H = \pi r/r = \pi$

Значит, структурная ферма-световод при обеспечении большей равномерности освещенности одновременно и экономичнее в затратах электроэнергии в  $\pi$  раз.

*Метод дополнительных деталей.* Примеры акт-решений, соответствующие этому методу, приведены на рис. 5.1.16, 5.1.17, 5.1.24, 5.2.2 и др. [Г.7, 19, 23, 33, 38, 45, 48, 55, 57]. Характерные сведения о приведенных здесь и ниже авторских решениях даны в табл. 2.6.4 (см. также приложение Г).

*Метод направленного разрушения* применен, например, при разработке АКТ-решений, приведенных в [Г.17, 22, 39, 47].

*Метод невынужденного усиления* конструкции иллюстрирован рис. 5.1.16,е; 5.2.6, 5.3.1, 5.3.2; применен также в [Г.7, 19, 23, 46, 47, 48, 53, 54, 56].

*Методом модификаций* получены АКТ-решения, приведенные в [В.6; Г.7, 15, 16, 20, 22, 27, 30, 34, 36, 37, 42, 44].

*Конструктивно-технологические методы* применены в АКТ-решениях, приведенных в [Г.1, 6, 13, 15, 16, 20, 23, 25, 27, 28, 30, 34, 37, 38, 39, 40, 47, 51, 52, 53].

*Методы инверсии и конверсии* использованы в АКТ-решениях [Г.7, 33, 38, 45, 50, 52, 57].

*Метод универсализации.* Пример в формальной разнотипности – универсальные секции пакеты (УСП) сборно-разборных зданий, состоящие из комбинируемых шарнирно сочлененных стеновых панелей и плит покрытия; приведен в разделе 5.1. Имеются другие примеры АКТ-решений [Г.3, 11, 20, 26, 28, 37, 49, 50].

\*\*\*

Показано применение *неноминальной разнотипности* в основном на пакете АКТ-решений по реконструкции (с усилением, модернизацией, возможной перепланировкой) сборных 5-ти этажных домов. Предложенные АКТ-решения продлевают эксплуатацию «пятиэтажек» после предполагаемого отказа монтажных связей, что гарантирует безопасность их дальнейшей эксплуатации. При этом улучшаются архитектурные, градостроительные, технологические и другие качества домов. Пакет содержит практически возможный диапазон альтернативных предложений, удовлетворяющий различные материально-технические, эксплуатационно-потребительские и социально-экономические условия.

Приведены другие примеры АКТ-решений различных структурных частей ИСС, разработанные с учетом разных форм заменяемости, подтверждающие действенность обобщенных теорий заменяемости и модульности. Решения получены различными методами разнотипности. Многие из них иллюстрируют одновременную принадлежность к нескольким методам. Это свидетельствует о пересечениях принадлежащих им существенных признаков, логических оснований или семантических денотат, т.е. об их «подвижности» и релятивности (относительности). Приведенное множество методов разнотипности разных ее форм может дополняться при творческом проектировании и конструировании, оно представляет собой существенную часть методологии ИСС как средства целенаправленного образования в них АКТ-различий (и тождеств).

### **5.5. Особенности методического анализа сборных систем из разнотипных элементов**

**Инженерные расчеты.** Методика расчета сборных разнотипных строительных конструкций включает в себя как составную часть методику расчета взаимотипных конструкций, т.е. содержит все нормативные положения последней.

Различают расчеты на силовые нагрузки и физические воздействия, т.е. расчеты, связанные соответственно с деформационно-прочностными свойствами материалов несущих конструкций и физико-техническими свойствами материалов ограждающих конструкций (теплотехническими, паро-, воздухоизоляционными и др.). Первые являются областью строительной механики, вторые – строительной физики.

Разнотипные конструкции многозначны по применению и находятся в более сложном взаимодействии (относительно взаимотипных) механических и физических свойств материалов. Поэтому необходимый состав *пакета расчетов* также *взаимосвязан* и *предопределяется* конкретным *множеством различных назначений* заданной номенклатуры сборных изделий. Примером может быть проектирование панелей и плит УСП сборно-разборных зданий (см. раздел 5.1).

В инженерных расчетах разнотипных сборных конструкций при учете сочетаний нагрузок так же, как и при расчетах взаимотипных, вводятся те же коэффициенты надежности. Специфика здесь состоит в том, что виды и состав нагрузок являются разными для одной и той же конструкции, поскольку эта конструкция предназначена для применения в различных ИСС. В связи с этим необходим учет всех предполагаемых вариантов работы конструкций каждого типа и типо-

размера на все виды нагрузок, возможных во всех вариантах их использования.

Варианты нагружения, учитывающие условия возведения и эксплуатации при неблагоприятных частичных или полных схемах сборных и других ИСС, также учитывают при проектировании разнозаменимых конструкций. Это правило отражает многовариантность условий их работы в какой-либо системе и в ряде возможных систем, где они применяются по разнообразию расчетных схем, схем нагружения, видов нагрузок и т.п., при которых может работать каждая отдельно взятая разнозаменимая конструкция.

При одновременном действии нескольких временных нагрузок расчет конструкций, как по первой, так и по второй группе предельных состояний выполняется с учетом наиболее неблагоприятных сочетаний этих нагрузок и соответствующих им усилий. Сочетания нагрузок устанавливают, исходя из предусмотренных вариантов их одновременного действия и возможных изменений схем их приложения (например, при «нестандартном» применении).

Данные варианты более многообразны для разнозаменимых конструкций. Они зависят не только от объективных условий (природно-климатических параметров, технологических требований, функционального назначения и т.д.), а и от *замысла* проектировщика относительно возможных комбинаций разнозаменимых конструкций и расчетных схем ИСС в отдельности. В этом случае усложняется методика расчета, которая должна отвечать более высоким требованиям к разнозаменимым конструкциям – многофункциональности использования, многоцелевому назначению и универсальности совокупности свойств.

Данная особенность практически может реализоваться множеством частных методик расчета для конкретных групп разнозаменимых конструкций (примеры расчетов для конкретных АКТ-решений были приведены выше), тем более многообразных, чем более сложен замысел возможных форм реализации разнозаменимости как принципа, методов и свойства. Это многообразие, тем не менее, не исключает характерных рекомендаций.

В частности, при комбинировании разнозаменимых конструкций в различных самостоятельных системах *возможны изменения расчетных схем, предполагаемых при эксплуатации*. Поэтому необходим контроль над соблюдением устойчивости, геометрической неизменяемости, работоспособности определенно заданных и предполагаемых систем. Такая возможность в ИСС из взаиамозаменимых конструкций исключается, поскольку заранее безошибочно заданная расчетная схема при проектировании обычно сохраняется на разных этапах: строительства, транспортировки реконструкции и эксплуатации.

Характерным при проектировании ИСС из разнозаменимых конструкций может быть *решение обратной задачи при расчете*. Имея множество конструкций, используемых независимо друг от друга и рассчитанных как взаимозаменяемые, бывает необходимо определить *предельные изменения расчетных параметров*, которые они способны выдержать при взаимодействии в качестве *разнозаменимых конструкций*, например, в условиях «нестандартного» применения типовых конструкций – по другому назначению, в иных схемах и т.п.

В методике расчета разнозаменимых строительных конструкций целесообразно выявление «базисных» расчетных схем и их параметров, при которых хотя бы одна из конструкций принятого типа и типоразмера работает в экстремальных условиях. Совокупность всех базисных расчетных схем с их параметрами должна составлять *полный набор экстремальных условий* для всех типов и типоразмеров принятой номенклатуры разнозаменимых конструкций. Такой прием гарантирует отсутствие какого-либо варианта с использованием хотя бы одного типоразмера изделия, неучтенного в экстремальных условиях его работы.

На рис. 5.5.1 приведена совмещенная схема базисных расчетных схем для разнозаменимых стеновых панелей (их стоек) и плит покрытий (их ригелей), предназначенных для УСП сборно-разборных зданий (см. рис. 5.1.6, табл. 5.1.2). В этой схеме имеется любой тип и типораз-

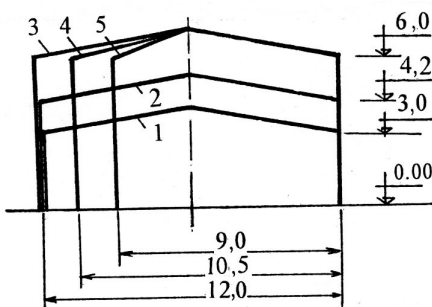


Рис. 5.5.1 – Совмещенная схема базисных расчетных схем УСП с разнозаменимыми конструкциями

мер из комплекта конструкций, который находится в наихудших условиях работы по величине изгибающего момента и относительного прогиба при расчетных значениях нагрузок, их видов и сочетаний по СНиП [205]. В связи с этим, нет необходимости рассчитывать все 18 схем с размерно-подобными модульными параметрами, а достаточно 5 из них. Схема 1 дает экстремальные условия для

При проектировании по принципу разно-заменяемости должны учитываться нагрузки, возникающие на стадиях эксплуатации и возведения зданий, а также на стадиях изготовления, хранения и транспортировки

конструкций, как и при проектировании по принципу взаимозаменяемости.

Аналогично имеют место особенности расчета конструкций на физические воздействия (теплотехнические, светотехнические и др.) в зависимости от характера их функционирования, заданных технических требований использования и т.д. Реализация амбизаменяемости сборных элементов может быть различной и соответственно ей определяется совокупность конкретных методик расчетов (их пакет).

Таким образом, особенностями расчета разноразменяемых элементов на силовые нагрузки и физические воздействия являются:

- *«индивидуальность» подхода* соответственно конкретным формам реализации принципа разноразменяемости;
- *взаимозависимость* различных видов расчетов;
- всесторонний анализ *возможных комбинаций взаимодействия* разноразменяемых изделий между собой;
- выявление и систематизация *базисных расчетных схем* для расчета соответствующих им типоразмеров конструкций *в экстремальных условиях* работы;
- контроль работоспособности *возможных рабочих схем*;
- приведение *взаимосвязанного* пакета расчетов (статических, кинематических и др.) схем и отдельных конструкций принятых типов на возможные виды нагрузок, воздействий и их сочетаний;
- использование нормативных исходных данных, расчетных формул и методических положений, применяемых для расчета типовых взаиморазменяемых конструкций как *составной части расчета разноразменяемых* конструкций [В.10].

Методика расчета и проектирования ИСС с разноразменяемыми конструкциями может дополняться учетом ОМКС, включающей наряду с геометрической МКРС еще грузовую и силовую (по несущей способности), а также другие модульные подсистемы. При этом в состав *особенностей* методики расчета включаются еще и положения по:

- *модульной несущей способности* строительных конструкций;
- *модульным характеристикам* (тепло-, светотехническим и др.) архитектурных конструкций;
- *модульным параметрам* функциональных, технологических, объемно-планировочных, градостроительных и других сторон проектирования.

**Оценка уровня унификации и типизации.** Для характеристики типовых сборных зданий и сооружений используют коэффициенты сборности, унификации и типизации объемно-планировочных и конструктивных решений одного (объектная оценка) или групп однотипных и разнотипных зданий и сооружений (внутриплощадочная оценка). Такие показатели определяют соотношением сметных стоимостей (трудозатрат, массы материала) оцениваемых групп конструкций и их общего количества в объекте или в комплексе объектов. Уровень межвидовой унификации аналогично определяют для нескольких типов сборных зданий и сооружений по среднеарифметическому значению унификации входящих в комплексный объект зданий и сооружений [208, сс.152—155].

Данная методика показательна для организационно-технологической характеристики строительного производства. Для анализа уровня унификации и типизации в архитектурно-строительном проектировании она недостаточна, поскольку не дает оценки эффективности разрабатываемых конструктивных решений сборных ИСС по их многообразию и номенклатуре элементов.

В машиностроении [137, с.32] используется оценка уровня унификации, в которой за коэффициент унификации принимается отношение числа унифицированных изделий  $z_y$  к общему числу изделий  $z$ :

$$\eta = (z_y / z) 100 \% . \quad (5.5.1)$$

Коэффициент унификации может определяться также по стоимости и по массе соответствующих групп изделий.

Коэффициентом повторяемости  $\eta_{\Pi}$  как отношением числа наименований изделий  $N_H$  в системе к общему числу изделий  $N$  в ней оценивается степень внутренней унификации:

$$\eta_{\Pi} = (1 - N_H / N) 100 \% . \quad (5.5.2)$$

Образование в разных ИСС одинаковых изделий для увеличения серийности партий достигается типизацией их формы, материала и унификацией размеров (например, косынок, средников, разъемных деталей в панелях и плитах УСП сборно-разборных зданий). Это приемлемо для однотипных металлических, деревянных и других составных конструкций разных типоразмеров, что повышает уровень унификации комплектов изделий в организационно-технологическом отношении. К ним применимы выражения (5.5.1) и (5.5.2), поскольку во множестве



одинаковых деталей для разных составных конструкций отражаются свойства взаимно- и равнозаменяемости, т.е. амбизаменяемости.

Для строительных конструкций (не только составных), обладающих свойством равнозаменяемости, и систем, образуемых методами равнозаменяемости, необходимы дополнительно показатели, характеризующие уровень комбинаторности изделий и вариабельности систем из них. Методика оценки должна отражать поисковую, творческую результативность проектирования.

Для сборных ИСС, основанных на принципе равнозаменяемости, приемлемыми являются коэффициент унификации и коэффициент комбинаторности номенклатуры типозлементов [35]. Коэффициент унификации определяется как отношение числа разновидностей унифицированных типозлементов  $n_y$  к общему числу типов элементов в составе номенклатуры  $n$  аналогично выражению (5.5.1):

$$k_y = n_y / n. \quad (5.5.3)$$

Для систем с комбинируемой номенклатурой элементов показательным является коэффициент комбинаторности как отношение общего числа образуемых на ее основе разновидностей сложных систем  $n_K$  к числу типов элементов номенклатуры  $n_y$ :

$$k_K = n_K / n_y. \quad (5.5.4)$$

Уровень комбинаторности типозлемента характеризуется числом разновидностей систем, образуемых с участием этого элемента и частотой его применения при этом, т.е. повторяемостью использования аналогично выражению (5.5.2). Когда номенклатура состоит из типозлемента одного вида, показатели уровня комбинаторности номенклатуры и типа элемента совпадают. По существу, коэффициент комбинаторности отражает формальную равнозаменяемость по результату вариантного метода проектирования [151—156].

Коэффициент комбинаторности (5.5.4) может включать взаимодействие равнозаменяемых конструкций, элементов и деталей методами равнозаменяемости (не только комбинаторным, но и другими методами). При оценке эффективности новых систем необходима еще сравнительная характеристика с существующей номенклатурой из равнозаменяемых изделий, чего таким коэффициентом определить непосредственно нельзя.

Для оценки результативности проектирования и эффективности равнозаменяемых систем необходимы два показателя: коэффициент аб-

солютного многообразия и коэффициент относительного многообразия использования сборных элементов в ИСС.

В сравнении сборных (и других с применением сборных элементов) исс исходим из сопоставления взаимо- и разнотипных элементов, которыми эти системы обеспечиваются. Было показано, что при разнотипности необходимо меньше типов и типоразмеров элементов, чем при взаимотипности. Для соизмеримости результатов необходимо количество вариантов систем условно уравнивать через эквивалентность (индекс – экв) количества типов и типоразмеров элементов в сравниваемых системах, приняв  $N_B^{экв} = N_p$ , где  $n$  – число вариантов систем соответственно со взаимо- и разно- типными элементами (индексы – в, р).

При оценке новых ИСС показательное сравнение суммарного количества типов и типоразмеров конструкций, элементов и деталей относительно их максимальных комбинаторных возможностей, т.е. относительно количества вариантов  $N_p$ , что соотносит одновременно и с количеством вариантов  $N_B^{экв}$  соответственно принятому условию.

Тогда коэффициент абсолютного многообразия использования номенклатуры элементов в системах можно определить так:

$$K_p^{abc} = \frac{N_p}{\sum_{i,j=1}^n n_p m_p} = \frac{N_B^{экв}}{\sum_{i,j=1}^n n_p m_p}, \quad (5.4.5)$$

где  $n_p, m_p$  – тип, типоразмер разнотипных элементов;

$i, j$  – число типов, типоразмеров соответствующих элементов.

Коэффициент относительного многообразия номенклатуры элементов в системах выражается соотношением множеств взаимо- и разнотипных типов и типоразмеров элементов:

$$K_p^{omi} = \frac{\sum_{i,j=1}^n n_B m_B}{\sum_{i,j=1}^n n_p m_p} \text{ при } N_B^{экв} = N_p, \quad (5.5.6)$$

где  $n_B, m_B$  – соответственно тип и типоразмер взаимотипных элементов.

Коэффициент  $K_p^{abc}$  содержит количество комбинаций составных

систем из амбизаменяемых элементов, поскольку при определении  $N_p$  или  $N_B^{экв}$  учитываются все возможные варианты решений, обеспечиваемые известными методами и свойством заменяемости. Данный коэффициент показывает, во сколько раз снижается количество типов и типоразмеров (многообразие номенклатуры) элементов благодаря разнотипности при эквивалентном результате, получаемом типовыми взаимозаменяемыми элементами. Количественно многообразие получаемых составных систем оценивается непосредственно.

Коэффициентами  $K_p^{omn}$  и  $K_p^{abc}$  может оцениваться область виртуального применения типовых изделий методом «нестандартного» применения в новых системах или условиях работы и эффективность других методов разнотипности. Возможна также оценка эффективности отраслевой Номенклатуры разнотипных изделий для отраслевого Каталога при их формировании на основе экспликационной методологии проектирования [В.35].

Приведем примеры оценки многообразия использования номенклатуры разнотипных элементов в ИСС по предложенной методике.

**Пример 5.5.1.** Относительное многообразие УСП сборно-разборных зданий шахтной поверхности характеризуется (см. табл. 5.1.1 и 5.1.2) такими исходными данными: для получения 18-ти типоразмеров УСП 6-ти типов каждого из взаимозаменяемых элементов необходимо 4 типа по 3 типоразмера разнотипных элемента. Значит,  $n_B = 18$ ,  $m_B = 6$ ,  $n_p = 4$ ,  $m_p = 3$ . Тогда по выражению (5.5.6)

$$K_p^{omn} = \frac{18 \cdot 6}{4 \cdot 3} = \frac{108}{12} = 9.$$

То же конструктивное решение при  $N_p = 126$  (общее количество вариантов УСП),  $n_{pi} = 3$ ,  $m_{pi} = 3$ ,  $n_{pj} = 3$ ,  $m_{pj} = 1$  (количество типов и типоразмеров одно- и разноименных разнотипных элементов) дает по выражению (5.5.5)

$$K_p^{abc} = \frac{126}{3 \cdot 3 + 3 \cdot 1} = \frac{126}{12} = 10,5.$$

При введении в номенклатуру еще 1-го типа 3-х типоразмеров утепляющих элементов тот же коэффициент для отапливаемых и холодных зданий из УСП, а также для навесов из них (без стеновых ограждений) составит:

$$K_p^{abc} = \frac{270}{33+31+13} = \frac{270}{15} = 18.$$

При дополнительных 2-х типах 3-х типоразмерах ограждающих элементов (например, облицовочный и сетчатый) получим  $K_p^{abc} > 20$ .

**Пример 5.5.2.** Оценим многообразие систем и элементов при образовании трехшарнирных рам (см. рис. 5.1.15). Номенклатура содержит 11 разноразмерных элементов, из которых получаем элементарной диверсификацией 280 вариантов типоразмеров полурам; она конкретно включает 1 тип 1-го типоразмера Г-образного элемента, 1 тип 6-ти типоразмеров пролетных и 1 тип 4-х типоразмеров стоечных элементов. Последние два можно объединить в 1 тип линейного элемента 10-ти типоразмеров. Тогда

$$K_p^{abc} = \frac{280}{1+1+4+6+1} = \frac{280}{11} = 25,4; \quad K_p^{omn} = \frac{280}{11} = 25,4.$$

Показательно, что с увеличением коэффициентов многообразия использования сборных элементов возрастает однообразие систем, поскольку одни и те же элементы все больше участвуют в разных системах. Это тоже сходимость противоположностей, отражаемая диалектическим квадратом заменяемости, что имеет место в типовом проектировании, например, при унификации объемно-планировочных и архитектурно-конструктивных «ситуаций» в Едином каталоге (см. с.76) для гражданского строительства [240].

Если отвлечься от способов получения габаритных схем (агрегированием и др.) и цели их получения (многообразия вариантов), то коэффициенты  $K_p^{omn}$  и  $K_p^{abc}$  по существу являются коэффициентами унификации и типизации. Однако содержание предложенных коэффициентов сложнее по свойству, методам и принципу разноразмерности, а результаты последних многократно выше.

**Экономическая эффективность.** Согласно нормам [92] за базовый вариант необходимо брать самое современное решение сборно-разборного здания из УТС. Однако оно в наибольшей мере не соответствует специфике применения в комплексе временных зданий (см. раздел 5.1). Такое сборно-разборное здание имеет большую начальную стоимость (на  $1 \text{ м}^2$ , на  $1 \text{ м}^3$ ), чем построенное здание из штучных материалов, а дефицит оборачиваемости взаимозаменяемых секций-пакетов делает его неэкономичным. Правильным было бы сравнение зда-

ний из УСП с временными зданиями из штучных материалов как экономически выгодных, но это противоречит нормативной методике, поскольку такие здания являются устаревшей техникой, с которой проводить технико-экономическое сравнение запрещено.

Сложился стереотип сравнения с базовым вариантом по выгодным для новой техники показателям. Такая методика приемлема при сопоставимых условиях. Например, возможно сравнение базового решения УТС с новыми решениями УСП, имеющими двухшарнирные узлы вместо трехшарнирных узлов в УТС с подкосами или отдельно сопоставимые узлы между собой (без секций), но это не показательно.

Для определения экономической эффективности разнотипных УСП нормативная методика неприемлема, поскольку новое решение выходит за рамки предыдущих качественных уровней развития конструкций. В данном случае необходимо сравнивать экономические последствия от используемых до нового решения самых совершенных конструкций зданий из взаимозаменяемых УТС в их количестве, эквивалентном новому решению, позволяющему комбинировать разные УСП и здания. Снижать экономический эффект будут затраты на конгломерирование и агрегатирование, т.е. на перекомплектацию конструкций, а также перерасход стали из-за большей унификации разнотипных элементов по несущей способности.

В технико-экономическом сравнении должны учитываться: ликвидация дефицита оборачиваемости инвентарных зданий и увеличение объема серийных партий разнотипных изделий при снижении многономенклатурности производства. Так, при изготовлении УСП (без асимметричных покрытий) 15-ти типоразмеров габаритных схем 6-ти типов каждого в количестве 1 тыс. штук всех 90 типоразмеров и типов необходимо 90 тыс. УТС со взаимозаменяемыми изделиями.

Данный объем многономенклатурного производства эквивалентен по конструктивному результату при разнотипных изделиях следующего состава: 4 типоразмера панелей и плит, 3-х типов панелей по 1 тыс. шт. каждого изделия, т.е. 12 тыс. шт. тиражом по 7,5 тыс. шт. каждого типоразмера изделия. То есть номенклатура разнотипных изделий получается в 7,5 раз меньшей, а объем серийных партий изделий каждого типоразмера – в 7,5 раз больший. При полной разнотипности (т.е. при использовании съемных наружных и внутренних элементов стеновых панелей и плит покрытия) соотношение будет еще большим.

Пренебрегая экономией от более совершенных шарнирных соединений (относительно подкосов) и считая, что весь эффект образуется только за счет ликвидации дефицита оборачиваемости (т.е. базовый вариант оборачивается 1 раз, а новый согласно нормам амортизации 7

раз за срок службы) получается экономия в размере 6,80 руб./м<sup>3</sup> строительного объема здания (до 1991 г.). При годовой потребности в инвентарных зданиях только по угледобывающей отрасли 680—760 тыс. м<sup>3</sup> (750—1000 зданий) экономический потенциал от внедрения УСП с разноразменяемыми конструкциями составлял примерно 4,6— 5,2 млн. руб.

\*\*\*

Рассмотрены методические рекомендации по учету особенностей инженерно-строительных расчетов, оценке унификации номенклатуры сборных разноразменяемых элементов и многообразия полносборных зданий и сооружений из таких элементов, а также технико-экономической эффективности применения последних, поскольку нормативные документы (СНиП, СН и др.) не учитывают особенностей сборных ИСС, связанных со свойством, методами и принципом разноразменяемости.

#### **Выводы по главе**

1. Проверена достоверность экспликационной методологии АКТ-проектирования полносборных и других ИСС теориями обобщенной заменяемости и обобщенной модульности в отношении формальной и неформальной (совместно: номинальной), а также неноминальной заменяемости.

2. Разноразменяемые строительные конструкции, методы их образования и решенные частные научно-технические проблемы подтверждают основные положения экспликационной методологии, а именно: гипотезу первоисточника (первоосновы и первопричины) многообразия сборных систем, аксиомы тождества и различия по форме и содержанию сборных элементов, систематизацию факторов получения многообразия сборных элементов и систем, диалектический квадрат заменяемости элементов серийного промышленного производства, теорию обобщенной заменяемости и теорию обобщенной модульности сборных ИСС, критерий их аддитивности при обобщенной модульной координации в строительстве (ОМКС), «первоначало» типологии АКТС и, в частности, ИСС, частный закон многообразия полносборных ИСС, его следствия и область действия.

3. Предложенная систематизация методов разноразменяемости в их логико-семантической взаимосвязи предназначена для применения при проектировании и конструировании зданий и сооружений как полносборных, так и других ИСС с использованием сборных строитель-

ных изделий (строительных конструкций, а также металлоформ, инвентарной опалубки) в целенаправленном повышении разнообразия ИСС и снижении номенклатуры элементов для них. Систематизация является составной частью методологии ИСС, обеспечивающей проектно-конструкторское применение ее теоретических и методических положений. Авторские АКТ-решения, иллюстрируя такое применение, обеспечивают верификацию приведенных методов разнозаменимости [В.48].

4. Учет методических особенностей проектирования и анализа сборных ИСС из разнозаменимых элементов дает большую достоверность оценки новых разработок, получаемых на основе экспликационной методологии АКТ-проектирования ИСС, относительно нормативно-стандартных основ архитектурно-строительного проектирования зданий и сооружений, в которых положения об обобщенной разнозаменимости и обобщенной модульности сборных конструкций отсутствуют.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Дадим краткую характеристику историко-логического развития типового проектирования зданий и сооружений как индустриализированных строительных систем – ИСС (1), отметим полученные научные результаты (2) и методические положения (3), а также практическую полезность (4) и возможное научно-практическое значение проведенных исследований (5).

1. Типовое архитектурно-строительное проектирование с начала индустриализации в стране (СССР) было направлено на ликвидацию многообразия зданий и сооружений для повышения эффективности массового производства. Возникшая при этом научно-техническая проблема однообразия зданий и сооружений, далее приобретает все большую актуальность по мере перехода (со середины 50-х годов прошлого столетия) на полносборное строительство. Несмотря на огромные достижения в типовом проектировании проблема не получила желаемого решения.

Данное состояние, как показал историко-логический анализ, обусловлено, главным образом, оформившимся к 80-м годам застоєм основ архитектурно-строительного проектирования в существенных положениях, заимствованных в начале индустриализации из промышленно развитых отраслей – машиностроения и др. В этих основах механистические фрагменты применялись до социально-экономических перемен (1991г.) и сохраняются как таковые до настоящего времени.

Теоретическое развитие сдерживалось администрированием в разработке основ архитектурно-строительного проектирования, которые разрабатывались преимущественно на базе экспериментального проектирования и массового строительства, а также размежеванием в результате нескольких НТР строительства как одной отрасли науки и техники на архитектурную, инженерную и технологическую составляющие. Последнее было вызвано не только усложняющимся содержанием профессиональной деятельности, но и отсутствием в проектировании общих гносеологических (познавательных) начал, обеспечивающих единую профессионально-мировоззренческую методологию.

В изменившихся социально-экономических условиях страны (Украины) кризис строительной отрасли, особенно острый для ДСК, заводов КПД и других предприятий сборной стройиндустрии, увязывается со свертыванием типового проектирования. Однако «исчезает»



не типовое проектирование, а стереотипное представление о нем, как о сборном направлении, обеспечиваемом нормативно-стандартными основами архитектурно-строительного проектирования. Поэтому в данное время замена привычных, но устаревших понятий на новые, соответствующие практике (т.е. логико-методологическая экспликация) в основах проектирования сохраняет актуальность.

Полносборное строительство представляется наиболее высоко-развитым промышленным производством, аналогичным другим отраслям промышленности, производящим сборную (штучную и т.п.) продукцию. Поэтому методология проектирования зданий и сооружений как объектов техники вообще должна была исходить именно из этого, наиболее развитого уровня строительного производства.

При выявлении единых начал серийного промышленного производства возможно дальнейшее целенаправленное получение многообразия строительных конструкций при снижении их номенклатуры. При этом основы типового проектирования зданий и сооружений в виде методологии проектирования должны быть ориентированы и на массовое, и на «индивидуальное» («именное» и т.п.) строительство. Для этого здания и сооружения, возводимые из промышленно изготовленных конструкций и других изделий, а также материалов, целесообразно рассматривать как индустриализированные строительные системы (ИСС) разного уровня развития (вплоть до кустарного и уникального).

На основе экспликации (т.е. раскрытии в ином толковании) основ проектирования как методологии ИСС становится возможным научное описание и объяснение, а также разработка новых технических решений и направлений промышленного производства зданий и сооружений. Основы проектирования, исходящие из сборного направления индустриализированного строительства, направлены решать «собственные» проблемы, в том числе и проблему «однообразия и многономенклатурности». Однако при этом возможно решение проблем также в других направлениях индустриализированного строительства – монолитном, мелкоштучном, а также комбинированном с ними и со сборным.

Каждое направление индустриализированного строительства может иметь рациональные области применения и целесообразные объемы производства. Совместно же все его направления и решают научно-техническую проблему «однообразия и многономенклатурности», рассматриваемую в данном исследовании как основную, ранее свойственную лишь полносборному строительству. При этом индустриализированное строительство реализуется не только на стационарных заводах стройиндустрии по производству сборных изделий, но и на мо-

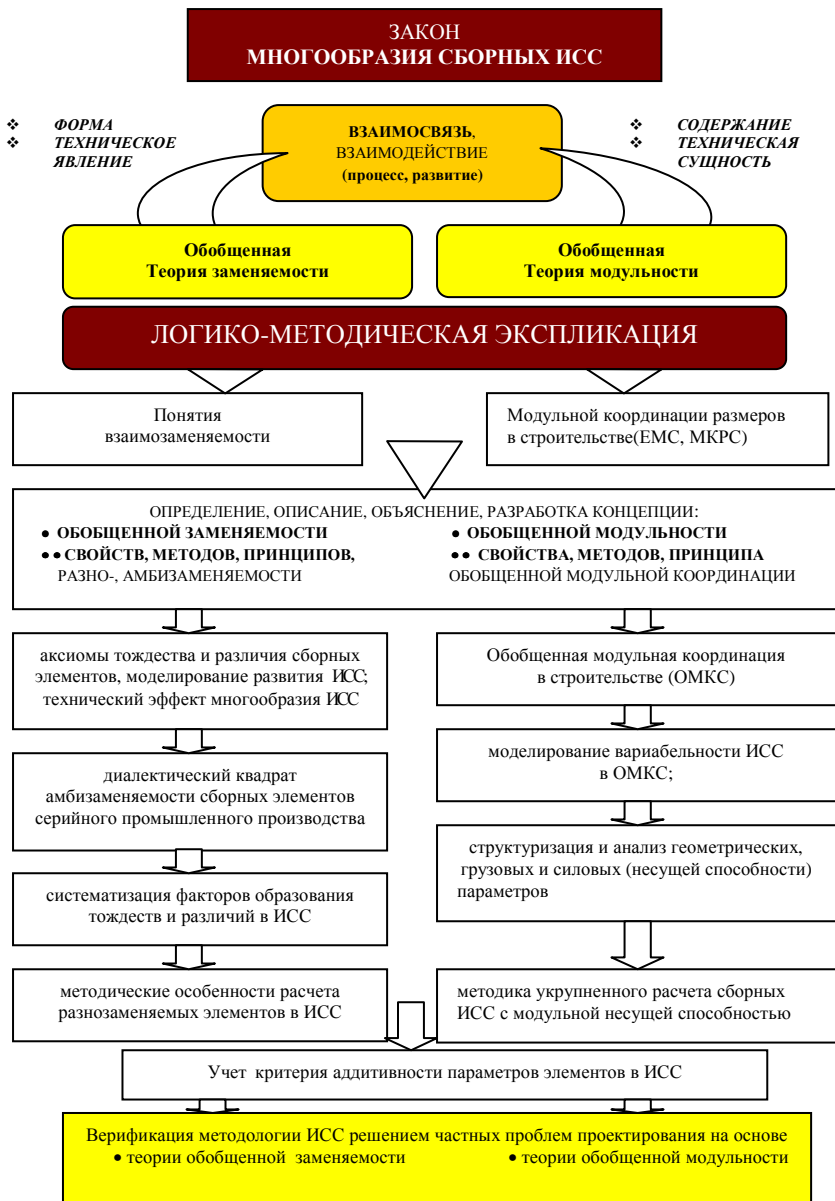
бильных заводах по производству монолитных структурных частей зданий, сооружений, а также в сочетании стационарного и мобильного производств (глава 1).

2. В результате проведенных исследований нормативно-стандартных основ архитектурного проектирования и проектирования строительных конструкций, зданий и сооружений разработана *экспликационная методология* архитектурно-конструктивно-технологического (АКТ-) проектирования и конструирования ИСС (см. рис. ниже), сформированная в целом двумя составляющими – теорией обобщенной заменяемости и теорией обобщенной модульности сборных элементов и систем. Эти теории в единстве АКТ-взаимосвязи обеспечили выведение частного закона *многообразия сборных ИСС*, раскрывающего направления и средства решения основной в данном исследовании научно-технической проблемы – увеличения многообразия сборных зданий и сооружений при уменьшении номенклатуры типовых элементов для их возведения (глава 4).

2.1. В *теории обобщенной заменяемости* дано научное объяснение и описание разных уровней сложности частных свойств взаимности и разнотипности и общего свойства амбизаменяемости сборных элементов и систем (или заменяемости вообще), рассматриваемое как *техническое явление*. Дифференциация свойства заменяемости объективно отражает соответствующие атрибутивные качества *тождества* и *различия* сборных элементов и систем, а также *единство* этих качеств как противоположностей. Установлены гносеологические *первооснова* и *первопричина* (совместно: «*первоисточник*») образования тождеств и различий сборных ИСС; обнаружен *технический эффект многообразия ИСС*, возникающий при взаимодействии элементов как их функционировании в системах и возрастающий с развитием этих систем; исследован характер проявления этого эффекта в зависимости от свойств взаимности и разнотипности в отношении результативности получения многообразия; выявлены и систематизированы *факторы* его образования и *составляющие* последних (глава 2).

Общепринятые положения о взаимозаменяемости являются в разработанной теории откорректированной составной частью в общей структуре методологии ИСС, отражающей начальный уровень перехода от однообразия сборных систем к их разнообразию (совместно: многообразию).

2.2. *Теория обобщенной модульности* сборных элементов и систем (глава 3) содержит *обобщенную модульную координацию в строительстве (ОМКС)* или систему, включающую при проектировании несущих конструкций три модульные подсистемы – геометрическую (в



**Структура методологии индустриализированных строительных систем (ИСС)**

существующей МКРС с добавлением положений об *укрупненно-дробных модульных параметрах*), *грузовую* (нагрузок и воздействий на строительные конструкции) и *силовую* (как несущую способность конструкций на модульные нагрузки). Подсистемы находятся во взаимосвязи, взаимодействии их качественно-количественного состава и формоудержательного выражения в развитии как первоисточника тождеств и различий элементов и систем и, следовательно, одно- и разнобразия тех и других, получаемого через свойства взаимно- и разнотенности (т.е. амбизаменяемости) в обобщенном модульном выражении. При проектировании ограждающих элементов, а также ИСС и их комплексов возможны другие модульные подсистемы – теплотехническая, долговечности и т.п., с образованием объемно-планировочных, грузо-силовых, территориально-планировочных, организационно-технологических и других модульных унифицированно-подобных рядов величин соответствующих параметров. ОМКС представляется как *техническая сущность* сборных элементов и систем индустриализированного строительного производства (глава 3).

2.3. Частный закон *многообразия* сборных ИСС из элементов серийного производства реализуется в процессе *развития* двух в единстве их взаимосвязи аддитивных подсистем – совокупности стандартных сборных элементов и множества агрегатированно-конгломерированных образований из этих элементов. Обе подсистемы обладают свойством амбизаменяемости в практически значимых обобщенно-модульных технических условиях (ТУ) или проектно-конструкторских требованиях. Область действия обобщенной теории заменяемости и обобщенной теории модульности, как и закона многообразия в целом ограничена соблюдением свойства аддитивности в любых значимых при проектировании характеристиках (глава 4).

Дано логико-семантическое описание различных по АКТ-характеристикам ИСС (монокристаллических, мелкоштучных, комбинированных между собой и со сборными и других – с насыпными, газообразными, жидкими строительными материалами) по мере отступления от формально-логических признаков свойств обобщенной заменяемости и обобщенной модульности. То есть систем, находящихся за областью действия закона многообразия сборных ИСС. Описание произвольных ИСС основывается на понятиях неформальной (номинальной и ненормальной) заменяемости.

2.4. Выведен *диалектический квадрат (амби)заменяемости* изделений серийного промышленного производства в полносборных ИСС (равно, как и таких же систем в любых других отраслях промышленного производства), являющийся мнемосхемой образования виртуальных (из которых отбираются целесообразные эвентуальные и реаль-

ные) ИСС на формально-логической основе образования тождественных и различных изделий, обладающих заранее заданными АКТ-свойствами. На основании положений о неформальной равнозначности диалектический квадрат может быть мнемосхемой для образования других ИСС, их структурных частей (подсистем) и отдельных элементов.

3. На основе теоретических исследований разработаны методические положения АКТ-проектирования и конструирования:

- *методика конструктивно-компоновочного расчета сборных несущих и ограждающих элементов, основанная на принципах обобщенной заменяемости и обобщенной модульной координации элементов в ИСС, включая модульность несущей способности, теплотехнических характеристик, конструктивной структуры систем, их долговечности и др.;*

- *методика проектирования и конструирования сборных ИСС (отдельных структур, составных или комплексных конструкций) и элементов, основанная на систематизации факторов и их составляющих получения многообразия и систематизации методов его обеспечения, выраженных в методологии ИСС через методы равнозначности;*

- *логику-семантическую АКТ-типологию, включая «первоначало» многообразия сборных и других ИСС, способствующая образованию новых АКТ-решений с использованием предыдущих методик;*

- *инновационный словарь понятий и терминов в методологической экспликации нормативно-стандартных понятий и терминов, используемых в основах архитектурно-строительного проектирования (см. Приложение А).*

Методические положения отражают гносеологическую (познавательную) взаимосвязь разных специальностей (архитекторов, строителей, технологов) единой профессиональной деятельности в одной области знаний и отрасли производства.

Характерным в методологии ИСС является единство противоположных направлений типа: *укрупнение–дробление* (элементов и систем, их геометрических, грузовых и силовых параметров и др.), *совмещение–разделение* (функций, конструктивных форм и т.д.), *концентрация–рассредоточение* (материала конструкций, нагрузок, напряженного состояния и проч.), *исчерпание–компенсация* (несущей способности, теплотехнических свойств и т.п.) и многих др.

Предложенная концепция обеспечивает эффективное решение научно-технической проблемы (также двуединой) – *увеличения* многообразия сборных систем и *снижения* многономенклатурности элемен-

тов (включая опалубочные формы в монолитном домостроении, металлоформы в производстве мелкоштучных изделий и т.п.). Это дает проектно-конструкторские результаты, например, объемно-планировочную «гибкость» за счет *укрупненно-дробных* параметров габаритных схем зданий в сочетании с «гибкостью» (вариабельностью) в расчетном, конструктивном, технологическом, организационном и других отношениях.

4. Научно-практическая полезность проведенных исследований состоит в обеспечении возможности решения конкретных проблем при проектировании зданий и сооружений как ИСС. Приведенные авторские решения (преимущественно в авторских свидетельствах и патентах на изобретения) частных научных проблем и технических задач являются верификацией (проверкой истинности, установлением достоверности) и экзemplификацией (объяснением на примерах с иллюстративным материалом) полученных теоретических результатов и методических положений. Принадлежность полученных научных результатов к проектированию в различных областях строительства (гражданского, промышленного, сельскохозяйственного и др.) представляется необходимой для рассмотрения их как собственно методологии, требующей достаточного обобщения, вытекающего из множества решений частных проблем и задач при конкретном АКТ-проектировании.

Решены частные научно-технические проблемы или технические задачи (глава 5) по:

- исключению дефицита оборачиваемости комплекса производственных мобильных зданий сборно-разборного типа, применяемых при строительстве шахт совместно с увеличением их объемно-планировочного и функционально-технологического многообразия с уменьшением номенклатуры элементов; то же, для сборно-разборных фундаментов под проходческие лебедки и другое оборудование (раздел 5.1);

- обеспечению транспортабельности негабаритных мобильных зданий передвижного и контейнерного типов производственно-бытового назначения при кратном увеличении полезной площади и объема (раздел 5.1);

- упрощению фахверковых торцевых стен промышленных зданий каркасно-панельной конструктивной схемы, обеспечивающему уменьшение номенклатуры элементов, упрощение конструкции, снижение материалоемкости (раздел 5.1);

- увеличению вариабельности габаритных схем каркасов из трехшарнирных рам для сельскохозяйственных и других (производственных, гражданских) зданий и сооружений (раздел 5.2) с расширением

области их применения при сокращении номенклатуры полурам;

- приемам снижения перерасхода материалов в типовых строительных конструкциях из-за применения укрупненных модульных размеров при их унификации (разделы 5.1, 5.2 и др.);

- применению межвидового сборного железобетонного каркаса с. 1.020-1/87, предназначенного проектом для общественных зданий, производственных и вспомогательных зданий промышленных предприятий, в строительстве жилых вариантных зданий (по объемно-планировочной композиции), с обеспечением широкого диапазона эксплуатационных и других качеств – относительной массивности, комфортности и проч. (раздел 5.3);

- увеличению долговечности и улучшению эксплуатационных качеств типовых крупнопанельных 5-ти этажных домов при их реконструкции с усилением и модернизацией (раздел 5.4);

- усовершенствованию (в совокупности разработанных АКТ-решений) структурных частей и конструкций различных ИСС (разделы 5.1—5.4).

5. Определенное научно-практическое значение имеет теоретическая разработка предпосылок для образования отраслевой *Номенклатуры* стандартных (типовых, унифицированных) элементов и отраслевого *Каталога* зданий и сооружений (типовых массовых, в том числе, как «индивидуальных»). Номенклатура и Каталог – две *идеальные* подсистемы, являющиеся «конечным» результатом в «бесконечной» перспективе развития типизации и унификации в полносборном и других (с применением изделий промышленного производства) направлениях индустриализированного строительства, в частности, на основе экспликационной методологии проектирования ИСС, предложенной в данном издании [В.45].

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авиром Л.С. Допуски размеров и посадки элементов сборных зданий. – Л.: Бюл. техн. информ. «Главленинградстроя», 1959. – 47 с.
2. Авиром Л.С. Допуски в крупнопанельном жилищном строительстве. – Л.– М.: Госстройиздат, 1963. – 164 с.
3. Авиром Л.С. Надежность конструкций сборных зданий и сооружений. – Л.– М.: Стройиздат, 1971. – 216 с.
4. Авиром Л.С. Управление качеством крупнопанельного домостроения. – М.: Стройиздат, 1983. – 200 с.
5. Авиром Л.С., Левинтов Б.С. С помощью комплексных панелей // Строительство и архитектура Ленинграда. – 1967. – № 3. – С.13—14.
6. Авиром Л.С., Левинтов Б.С. Модуль и комплексные панели (Новые возможности индустриального домостроения) // Строительство и архитектура Ленинграда. – 1970. – № 12. – С. 16—17.
7. Александров П.С. Введение в теорию групп. – М.: Наука, 1980. – 144 с.
8. Альтшуллер Г.С. Алгоритм изобретения. – М.: Моск. рабочий, 1973. – 296 с.
9. Аникин В.А. Унификация планировочных параметров жилых домов с поперечными несущими стенами // Унификация элементов зданий различного назначения / Под ред. Д.Б. Хазанова. – М.: Госстройиздат, 1962. – С. 27—42.
10. Антонов А. Новая методика блок-секционного проектирования // На стройках России. – 1971. – № 8. – С. 56—58.
11. Архаров И.М. Функциональные, технические и экономические требования в связи с унификацией объемно-планировочных элементов зданий (на примере высших учебных заведений) // Унификация элементов зданий различного назначения. – М.: Госстройиздат, 1962. – С. 90—98.
12. Архитектура: Учеб. издание / Б.Я. Орловский, А.А. Магай, Г.А. Бабаян и др.; Под общ. ред. Б.Я. Орловского. – М.: Высш. школа, 1984. – 287 с.
13. Архитектура гражданских и промышленных зданий / Под. общ. ред. А.В. Рота. – Л., ЛИСИ, 1962. – Вып. V. – 220 с.
14. Архитектура гражданских и промышленных зданий / Под. общ. ред. А.В. Рота. – Л., ЛИСИ, 1962. – Вып. VI. – 131 с.
15. Архитектура гражданских и промышленных зданий: Учеб. для вузов. В 5 т. Т. 2: Основы проектирования / Л.Б. Великовский, Н.Ф. Гуляновский, Р.М. Ильинский и др.; Под общ. ред. В.М. Предтеченского. – М.: Стройиздат, 1976. – 215 с.
16. Архитектура гражданских и промышленных зданий: Учебн. для вузов. В 5 т. Т. 3: Жилые здания / Л.Б. Великовский, А.С. Ильяшев, Т.Г. Маклакова и др.; Под общ. ред. К.К. Шевцова. – 2-е изд. – М.: Стройиздат, 1983. – 239 с.
17. Архитектура и строительные конструкции: Учеб. издание / А.Д. Ексарев, И.П. Еременок, К.М. Караджи и др. – М.: Стройиздат, 1971. – 431 с.
18. Архитектура промышленных предприятий / Н.Н. Ким, В.В. Блохин, О.С. Бутаев и др.; Под общ. ред. Н.Н. Кима. – М., ЦНИИПромзданий, 1970. – Вып. 13. – 268 с.
19. Архитектурное проектирование общественных зданий и сооружений: Учеб. издание / В.В. Адамович, Б.Г. Бархин, В.А. Варезкин и др.; Под общ. ред. И.Е. Рожина, А.И. Урбаха. – М.: Стройиздат, 1984. – 543 с.
20. Архитектурные конструкции: Учеб. издание / З.А. Казбек-Казиев, В.В. Беспалов, Ю.А. Дыховичный и др.; Под общ. ред. З.А. Казбек-Казиева. – М.: Высш. школа, 1989. – 342 с.



21. Архитектурные конструкции гражданских зданий: Здания и их части; Фундаменты и цоколи; Стены; Перегородки; Перекрытия ... / С.Б. Дехтяр, Л.И. Армановский, В.С. Диденко и др. – К.: Будівельник, 1987. – 222 с.
22. Архитектурные конструкции гражданских зданий: Большепролетные покрытия; Каркасы; Объемные конструкции; Лестницы и лифты; Балконы, лоджии, эркеры; Светопрозрачные ограждения; ... / В.С. Волга, Л.И. Армановский, С.Б. Дехтяр и др. – К.: Будівельник, 1988. – 240 с.
23. Асатиани З., Вольнов В., Кикнадзе З. Количественные методы в проектировании гражданских зданий // На стройках России. – 1972. – № 7. – С. 32—34.
24. Баранникова М.В. Унификация строительных изделий в общем объеме капитального строительства // Унификация элементов зданий различного назначения. – М.: Госстройиздат, 1962. – С. 161—166.
25. Бать А.А. Унификация расчетов на выносливость стальных конструкций // Методика определения нагрузок на здания и сооружения / Под ред. Н.С. Стрелецкого; ЦНИИСК. – М.: Стройиздат, 1963. – С. 107—123.
26. Беляев Н.М. Сопротивление материалов. – М.: Наука, 1976. – 608 с.
27. Беляновский С.И. Основные направления экономики стандартизации в строительстве // Стандартизация в гражданском строительстве. – М., ЦНИИЭП жилища, 1977. – С.25—31.
28. Беляновский С.И. Предложения по введению сортности на железобетонные и бетонные изделия // Стандартизация в гражданском строительстве. – М., ЦНИИЭП жилища, 1977. – С. 39—46.
29. Бережной Н.Ф. Из опыта заводского домостроения в западноевропейских странах // Архитектура СССР. – 1966. № 5. – С. 57—61.
30. Бережной Н.Ф. Гибкая технология в крупнопанельном строительстве за рубежом // Жилищное строительство. – 1968. – № 3. – С. 22—25.
31. Бережной Н.Ф. Вариантность типов жилых зданий в условиях заводского домостроения // Архитектура СССР. – 1968. – № 5. – С.22—26.
32. Бережной Н.Ф. Архитектурное проектирование жилых домов с учетом вариабельного и экономичного применения крупных панелей (Обзор). – М.: ЦНТИ по гражд. стр-ву и арх., 1973. – 40 с.
33. Блохин В.В. Проблемы композиции в современной промышленной архитектуре // Архитектура промышленных предприятий / Под общ. ред. Н.Н. Кима. – М., ЦНИИ-Промзданий, 1970. – Вып. 13. – С. 22—67.
34. Богушевич Е.Н., Степанов И.В. Временные здания и сооружения в строительстве. – М.: Стройиздат, 1970. – 255 с.
35. Божко Ю.Г. Архитектоника и комбинаторика формообразования: Учеб. издание. – К.: Вища шк., 1991. – 244 с.
36. Бойцов В.В. Технический прогресс и стандарты // Экономическая газета, 1971. – № 9.
37. Бондаренко В.М., Шагин А.Л. Расчет эффективных многокомпонентных конструкций. – М.: Стройиздат, 1987. – 175 с.
38. Борисовский Г.Б. Новый метод унификации строительных крупноразмерных элементов // Архитектура СССР. – 1956. – № 8. – С. 34—40.
39. Буга П.Г. Громадські, промислові й сільськогосподарські будівлі: Підруч. для техн. – К.: Вища школа, 1985. – 383 с.
40. Булгаков С.Н. Производственные здания нового поколения (концепция и принцип создания) // Промышленное строительство. – 1988. – № 12. – С. 2—4.
41. Варламов А.Н., Гусев П.М., Терещенко П.Л. Строительство зерноперерабатывающих предприятий. – М.: Стройиздат, 1979. – 271 с.

42. Великовский Л.Б. Архитектура гражданских и промышленных зданий: Учеб. издание. В 5 т. Т. 4: Общественные здания / Под общ. ред. В.М. Предтеченского. – М.: Стройиздат, 1977. – 108 с.
43. Венгеровский Ю.Я. Стандартизация терминологии гибких производственных систем // Стандарты и качество. – 1984. – № 10. – С. 56—57.
44. Виленкин Н.Я. Комбинаторика. – М.: Наука, 1969. – 328 с.
45. Волга В.С., Акименко В.Н., Армановский Л.И. и др. Проектирование на основе комплекса стандартов // Строительство и архитектура. – 1974. – № 1. – С. 14—18.
46. Вольнов В.А. К вопросу об унификации и взаимозаменяемости конструкций в массовом гражданском строительстве: Сб. трудов МИСИ им. В.В. Куйбышева. – М.: Стройиздат, 1954. – № 8. – С. 115—152.
47. Вольнов В.А. Основы типизации и унификации конструкций в зданиях различного назначения: Труды межвузовск. науч. совещания по типовому проектированию и индустриализации строительства. – М.– Л.: Стройиздат, 1957. – С. 81—101.
48. Вольнов В.А. Унификация размеров конструкций зданий различного назначения // Стандартизация. – 1959. – № 5. – С. 12—17.
49. Вольнов В.А. Унификация конструктивных ячеек жилых и общественных зданий // Унификация параметров и конструкций жилых и общественных зданий / Под ред. Д.Б. Хазанова. – М.: Стройиздат, 1965. – С. 108—121.
50. Вольнов В.А. Нужна единая система типизации, унификации и оптимизации проектных решений гражданских зданий // На стройках России. – 1971. – № 8. – С. 33—37.
51. Вольнов В.А., Кикнадзе З.А. О выборе первичных объектов в типизации, унификации и оптимизации проектных решений // Жилищное строительство. – 1972. – № 4. – С. 10—12.
52. Вольнов В.А., Кикнадзе З.А. Типизация и оптимизация проектных решений гражданских зданий. – М.: Стройиздат, 1975. – 105 с.
53. Выжигин Г.В., Ягодкин В.Н., Королев А.Н. и др. Единая система каркасных конструкций многоэтажных зданий с балочными перекрытиями // Промышленное строительство. – 1988. – № 9. – С. 15—17.
54. Гибшман Е.Е. Вопросы типизации мостов на автомобильных дорогах // Вопросы типизации мостовых сооружений / Отв. ред. Н.С. Стрелецкий. – М.: Изд. АН СССР, 1958. – С. 36—44.
55. Гиммельфарб А.Я. Пути совершенствования типовых проектов промышленных зданий и сооружений // Архитектура промышленных предприятий / Под. общ. ред. Н.Н. Кима. – М., ЦНИИПромзданий, 1970. – С. 170—184.
56. Гирко В.К., Яковлева Т.А. Исследование уровня сборности зданий животноводческих комплексов // Строительные конструкции сельскохозяйственных зданий и сооружений. – М., МИИСП им. В.П. Горячкина, 1979. – С. 69—71.
57. Горбатовский А.Ф., Муляр Л.Х., Савицкий Н.В., Большаков В.И., Березюк А.Н., Швец Н.А., Коляков М.И., Санников И.В., Дудник В.Ф., Шидловский А.А., Шагин А.Л. и др. Архитектурно-конструктивно-технологическая система строительства из мелкогабаритных элементов // Вісник академії будівництва України. – К.: АБУ, 1997 – Вип.3. – С. 96—100.
58. Горчаков Г.И., Мурадов Э.Г. Основы стандартизации качества и контроля качества продукции: Учеб. пособие для вузов. – М.: Стройиздат, 1977. – 292 с.
59. ГОСТ 23839-79. Здания сельскохозяйственных предприятий одноэтажные: Габаритные схемы. – Введ. 01.07.80. – М.: Изд-во стандартов, 1980. – 4 с.
60. ГОСТ 23840-79. Здания сельскохозяйственных предприятий одноэтажные: Параметры. – Введ. 01.07.80. – М.: Изд-во стандартов, 1980. – 10 с.

61. ГОСТ 28984-91. Модульная координация размеров в строительстве: Основные положения. – М.: Изд-во стандартов, 1991. – 4 с.
62. Гохарь-Хармандарян И.Г. Автономно-модульный принцип проектирования и строительства предприятий // Архитектура СССР. – 1971. – № 11. – С. 24—28.
63. Гохарь-Хармандарян И.Г. Инфрамодульный принцип формирования структуры предприятий // Архитектура СССР. – 1975. – № 10. – С. 36—39.
64. Гохарь-Хармандарян И.Г., Никифоров Ю.И. Архитектурные решения промышленных зданий предприятий электроники: По данным зарубежной печати за 1968—1974 гг. – М.: ЦНИИ «Электроника», 1975. – 72 с.
65. Гражданские и промышленные здания. В 2 ч. Ч.2: Промышленные здания / М.С. Туполев, А.Н. Попов, А.А. Попов и др. – М.: Госстройиздат, 1963. – 199 с.
66. Дехтяр С., Диденко В. Каталоги унифицированных изделий для Киева // Строительство и архитектура. – 1974. – № 5. – С. 27—28.
67. Дорохов А.Н., Хохлова Л.П. К вопросу перестройки методологии архитектурно-строительного проектирования // Жилищное строительство. – 1988. – № 6. – С. 16—17.
68. Думилов С.А., Шут П.В. Типовые модули – основа создания гибких автоматизированных производств механосборки // Обмен опытом в радиопромышленности. – 1982. – № 8. – С. 20—23.
69. Дунин-Барковский И.В. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения. – М.: Машиностроение, 1976. – 352 с.
70. Дыховичный Ю.А. Основные решения каркасно-панельных жилых домов // Строительство и архитектура Москвы. – 1970. – № 10. – С. 15—18.
71. Дыховичный Ю.А. Новая крупнопанельная система общественных зданий для Москвы // Жилищное строительство. – 1988. – № 5. – С. 2—4.
72. Дьячкова Н.В. Универсальные вспомогательные здания административно-бытового назначения на промышленных предприятиях // Архитектура промышленных предприятий. – М., ЦНИИПромзданий, 1970. – С. 227—236.
73. Дюбек Л.К. В интересах проектирования и строительства // Строительство и архитектура Москвы. – 1970. – № 10. – С. 2—7.
74. Дюбек Л.К., Дихтер Я.Е. Новое в жилищном строительстве Москвы. – М.: Стройиздат, 1974. – 60 с.
75. Дюбков В.Т., Гаевой А.Д. Универсальные формы в производстве сборного железобетона (Обзорная информ.). – М., ЦБНТИ, 1976. – 25 с.
76. Дятков С.В. Архитектура промышленных зданий: Учеб. издание – М.: Высш. школа, 1984. – 415 с.
77. Единые технические условия на строительное проектирование сельскохозяйственных объектов в зоне Украинской ССР: ВСН 115-81 / Минсельхоз СССР. – М., 1983. – 23 с.
78. Егнус М., Галкин М., Каковкина З. и др. Возведение многоэтажных зданий с монолитными ядрами жесткости // Строительство и архитектура Москвы. – 1970. – № 12. – С. 16—18.
79. Ежов В.И. Поиск новых путей в решении зданий массового строительства // Строительство и архитектура. – 1974. – № 4. – С. 1—9.
80. Ежов В.И. Методические рекомендации по проектированию торгово-бытовых комплексов на основе унифицированных блоков-зданий. – К., КиевЗНИИЭП жилища, 1975. – 64 с.
81. Ежов В.И. Архитектурно-конструктивные системы общественных зданий: Современное состояние; Поиск; Перспективы. – К.: Будівельник, 1981. – 120 с.

82. Ергольская И.А. Модулирование высот железобетонных колонн одноэтажных промышленных зданий // Унификация элементов зданий различного назначения. – М.: Госстройиздат, 1962. – С. 132—137.
83. Завадивкер Б.Н. Унификация расчетных нагрузок на перекрытия многоэтажных производственных зданий // Унификация элементов зданий различного назначения. – М.: Госстройиздат, 1962. – С. 106—115.
84. Завадивкер Б.Н. Унификация величин несущей способности железобетонных изделий // Стандартизация. – 1964. – № 2. – С. 30—34.
85. Завадивкер Б.Н. Конструкции полносборных общественных зданий массового типа // Унификация параметров и конструкций жилых и общественных зданий. – М.: Стройиздат, 1965. – С. 134—145.
86. Зайцев Ю.В. Строительные конструкции зданий и сооружений: Учеб. издание. – М.: Высш. школа, 1992. – 351 с.
87. Зальцман А.М. Модульная система в массовом строительстве // Модульная система в строительстве. – М.: Изд-во Акад. арх. СССР, 1945. – С. 5—53.
88. Захаров В.В. Техника-экономические основы типизации искусственных сооружений // Вопросы типизации мостовых сооружений / Отв. ред. Н.С. Стрелецкий. – М.: Изд-во. АН СССР, 1958. – С. 46—100.
89. Зворыкин Д.Н. Развитие строительной науки в СССР. – М.: Стройиздат, 1981. – 293 с.
90. Зензинов Н.А. Н.С. Стрелецкий – основоположник советской школы металлостроительства. – М.: Знание, 1984. – № 10. – 48 с.
91. Здания из объемных блоков / Ю.Б. Монфред, Н.А. Николаев, В.Г. Бердичевский и др. – М.: Стройиздат, 1974. – 485 с.
92. Инструкция по определению экономической эффективности использования в строительстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений: СН 509-78. – М.: Стройиздат, 1979. – 65 с.
93. Ионас Б., Варежкин В. Техничко-экономические показатели новых экспериментальных домов // Строительство и архитектура. – 1960. – № 3. – С. 12—14.
94. Иохелес Е.Л. Открытая система типизации в полносборном строительстве // Архитектура СССР. – 1973. – № 7. – С. 33—37.
95. Кастель И., Каганович Г. На основе унификации: Серия зданий культурно-бытового назначения – каркасно-панельной конструкции // Строительство и архитектура. – 1960. – № 2. – С. 8—13.
96. Калманок А.С. Унификация расчетных нагрузок на перекрытия многоэтажных жилых и общественных зданий // Унификация элементов зданий различного назначения / Под ред. Д.Б. Хазанова. – М.: Госстройиздат, 1962. – С. 117—122.
97. Кикнадзе З.А., Хохлова Л.П. Нормализация планировочных элементов квартир // Жилищное строительство. – 1968. – № 9. – С. 15—18.
98. Ким Н.Н. Задачи промышленной архитектуры // Архитектура промышленных предприятий / ЦНИИПромзданий, 1970. – Вып.13. – С. 3—21.
99. Ким Н.Н. Архитектура предприятий легкой и пищевой промышленности. – М.: Стройиздат, 1955. – 32 с.
100. Ким Н.Н. Промышленная архитектура на службе человека. – М.: Знание, 1969. – № 3. – 32 с.
101. Ким Н.Н., Маклакова Т.Г. Архитектура гражданских и промышленных зданий. – М.: Стройиздат, 1987. – 287 с.
102. Клепиков Л.В. Определение эквивалентных нагрузок для железобетонных балочных перекрытий // Методика определения нагрузок на здания и сооружения / ЦНИИСК. – М.: Стройиздат, 1963. – С. 29—63.

103. Комаровский А.Н. Панельное и крупноблочное строительство промышленных и энергетических объектов. – М.: Энергия, 1970. – 535 с.
104. Конструкции гражданских зданий / Т.Г. Маклакова, С.Н. Наносова, Е.Д. Бородай и др.; Под общ. ред. Т.Г. Маклаковой. – М.: Стройиздат, 1986. – 135 с.
105. Коренберг Л.Н. Прибор для измерения давления ветра в натуральных условиях // Методика определения нагрузок на здания и сооружения / ЦНИИСК. – М.: Стройиздат, 1963. – С. 74—79.
106. Кореньков В.Е. Типизация массового жилищного строительства. – М.-Л.: Госстройиздат, 1952. – 231 с.
107. Кореньков В.Е. Унификация объемно-планировочных элементов двух–пятиэтажных каменных жилых домов // Унификация объемно-планировочных и конструктивных элементов жилых и общественных зданий массового строительства / Под общ. ред. Г.Ф. Кузнецова. – М.: Госстройиздат, 1956. – С. 5—25.
108. Кореньков В.Е. Типизация жилища и природно-климатические условия. – М.: Госстройиздат, 1956. – 200 с.
109. Королев В.В. Новые возможности трехшарнирных рам // Коммунальное хозяйство городов: Респ. межвед. науч.-техн. сб. – К.: Техніка, 1997. – Вып.10. – С. 9—11.
110. Коссаковский В.А. Пионер индустриального домостроения. – М.: Стройиздат, 1980. – 80 с.
111. Кошиц Ю.И., Райко В.И. Проектирование и строительство животноводческих комплексов. – К.: Будівельник, 1979. – 112 с.
112. Красенский В.Е., Федоровский Л.Е. Гражданские, промышленные и сельскохозяйственные здания / Под общ. ред. В.Е. Красенского. – М.: Стройиздат, 1972. – 335 с.
113. Краюшкин И. Конструктивные решения крупнопанельных жилых домов на основе каталога // Строительство и архитектура Москвы. – 1970. – № 10 – С. 12—14.
114. Крюков Р.В. Гибкая технология домостроительного производства. – М.: Знание, 1985. – № 4. – 48 с.
115. Кулага В.Л. Модульная координация и унификация в Чехословацкой Социалистической республике // Унификация элементов зданий различного назначения / Под ред. Д.Б. Хазанова. – М.: Госстройиздат, 1962. – С. 167—173.
116. Левинтов Б.С., Авиром Л.С. Вариабельность сборного домостроения. – М.: Стройиздат, 1976. – 97 с.
117. Лешкевич З.А. Из истории стандартизации в строительстве // Стандартизация в гражданском строительстве. – М., ЦНИИЭП жилища, 1977. – С. 65—72.
118. Мадера Г.И. Унификация методики разработки конструктивных решений стеновых ограждений в типовом проекте // Унификация элементов зданий различного назначения. – М.: Госстройиздат, 1962. – С. 149—160.
119. Майдар Д., Пюрвеев Д.Б. От кочевой до мобильной архитектуры. – М.: Стройиздат, 1980. – 216 с.
120. Макаров А.К. Вопросы унификации планировочных элементов учебных зданий // Унификация параметров и конструкций жилых и общественных зданий. – М.: Госстройиздат, 1962. – С. 83—102.
121. Макаров А.К. Унификация планировочных элементов зданий высших учебных заведений // Унификация элементов зданий различного назначения. – М.: Госстройиздат, 1965. – С. 75—89.
122. Маклакова Т.Г. Подлинные и мнимые проблемы архитектурной композиции массовой жилой застройки // Жилищное строительство. – 1988. – № 1. – С. 13—15.
123. Маклакова Т.Г. Архитектура гражданских и промышленных зданий. – М.: Стройиздат. – 386 с.

124. Маткин Ю.Л., Клусов И.А., Варьяш Г.М. Модульный принцип агрегатирования вибрационных нагрузочных устройств (обзорная информ.). – М., ВНИИТЭМР, 1986. – Сер. 8. – Вып. 1. – 44 с.
125. Меерсон Д., Ольхова А. Пути совершенствования типовых жилых домов и квартир // Архитектура СССР. – 1968. – № 5. – С. 27—29.
126. Могилат А.Н., Кривобок Э.Н. Проектирование теплозащиты покрытий гражданских зданий. – К.: Будівельник, 1982. – 104 с.
127. Модульное оборудование для гибких производственных систем механической обработки: справочник / Р.Э. Сафраган, Г.А. Кривов, В.Н. Татаренко и др.; Под ред. Р.Э. Сафрагана. – К.: Техніка, 1989. – 175 с.
128. Мозерова Р.Г., Остроумов В.П., Зельтен Л.В. Конструктивные решения торцовых стен в проектах современных производственных зданий (альбом чертежей). Казань: КазИСИ, 1967. – 57 с.
129. Монфред Ю.Б. Заводское домостроение. – М.: Знание, 1972. – № 2. – 32 с.
130. Монфред Ю.Б. Технология изготовления железобетонных изделий для жилищного строительства (кассетный способ) / ЦНИИЭП жилища. – М.: Госстройиздат, 1963. – 190 с.
131. Монфред Ю.Б., Граник Ю.Г. Способы изготовления объемных блоков для жилищного строительства в СССР и за рубежом (обзор). – М., ЦНИИТЭстрой, 1965. – 63 с.
132. Монфред Ю.Б., Прыкин Б.В. Организация, планирование и управление предприятиями стройиндустрии. – М.: Стройиздат, 1989. – 508 с.
133. Мусатов В.В. Агро-индустриальные комплексы (принципы архитектурно-планировочной организации). – М.: Стройиздат, 1980. – 120 с.
134. Николаев Н. Состояние и перспективы развития объемного домостроения // Жилищное строительство. – 1968. – № 1. – С. 3—5.
135. Общесоюзный строительный каталог типовых конструкций и изделий для всех видов строительства: номенклатура железобетонных, деревянных, стальных и асбестоцементных конструкций и изделий для зданий и сооружений сельского хозяйства: Сб. 3.01.с – 1. Госстрой СССР. – М.: ЦИТП, 1982. – 228 с.
136. Опыт разработки наборов инвентарных зданий/И.В. Степанов, В.И. Троицкая, П.П. Олейник и др. – М.: Стройиздат, 1972. – 57 с.
137. Орлов П.И. Основы конструирования: справочно-методическое пособие. В 2 кн. Кн.1 / Под ред. П.Н. Учаева. – М.: Машиностроение, 1988. – 359 с.
138. Орловский Б.Я., Белкин А.Н., Степанова В.Э. Гражданские и сельскохозяйственные здания и сооружения. – М.: Агропромиздат, 1988. – 240 с.
139. Орловский Б.Я., Магай А.А. Основы проектирования гражданских и промышленных зданий. – М.: Стройиздат, 1980. – 240 с.
140. Орловский Б.Я., Орловский Я.Б. Архитектура гражданских и промышленных зданий: промышленные здания: Учеб. издание. – М.: Высш. школа, 1991. – 304 с.
141. Орловский Б.Я., Сербинович П.П. Общественные здания: Учеб. издание. / Под ред. Ю.С. Ярлова. – М.: Высш. школа, 1978. – 271 с.
142. Осипов Л.Г., Сербинович П.П., Красенский В.Е. Гражданские и промышленные здания (архитектурно-конструктивные схемы и элементы зданий): Учеб. издание./ Под общ. ред. Л.Г. Осипова. – М.: Высш. школа., 1966. – 480 с.
143. Отставнов В.А., Розенберг Л.С. Усовершенствование методики определения веса снежного покрова // Методика определения нагрузок на здания и сооружения / Под ред. Н.С. Стрелецкого; ЦНИИСК. – М.: Стройиздат, 1963. – С. 64—73.
144. Пахомова Е.Л. Эстетические требования при стандартизации строительных элементов // Стандартизация в гражданском строительстве. – М., ЦНИИЭП жилища, 1977. – С. 58—64.

145. Писчиков В.Г. Подбор сечений несущих строительных конструкций, исходя из экономических расчетов // Методика определения нагрузок на здания и сооружения / Под ред. Н.С. Стрелецкого; ЦНИИСК. – М.: Стройиздат, 1963. – С. 89—106.
146. Плессеин Б.Д., Смирнов Н.Н. Серийный метод типового проектирования жилых зданий. – М.: Гос. арх. изд-во, 1949. – 120 с.
147. Повышение качества сборного железобетона / И.Г. Совалов, Я.М. Якобсон, Л.С. Розенбойм и др.; под ред. И.Г. Совалова. – М.: Стройиздат, 1973. – 231 с.
148. Политехнический словарь / Гл. ред. И.И. Артоболевский. – М.: Сов. Энциклопедия, 1976. – 608 с.
149. Политехнический словарь / Гл. ред. А.Ю. Ишлинский. – М.: Сов. Энциклопедия, 1989. – 655 с.
150. Половинкин А.И. Основы инженерного творчества. – М.: Машиностроение, 1988. – 368 с.
151. Полянский А.Т. Творчество архитектора и строительный стандарт. – М., 1966. – 73 с.
152. Полянский А.Т. Уникальное и стандарт. – М.: Гос. ком. по гражд. стр-ву и арх. при Госстрое СССР, 1967. – 63 с.
153. Полянский А.Т. Стандарт и творческая свобода зодчего. – М., 1970. – 13 с.
154. Полянский А.Т. Архитектурное творчество и стандартизация строительства. – М.: Стройиздат, 1971. – 323 с.
155. Полянский А.Т. Архитектура – творчество – стандарт. – М.: Знание, 1973. – № 5. – 64 с.
156. Полянский А.Т. Актуальные проблемы советской архитектуры. – М.: Знание, 1987. – № 2. – 64 с.
157. Попович Г.А., Першаков В.Н., Еськов В.С. Рамные конструкции сельскохозяйственных производственных зданий. – К.: Будівельник, 1978. – 112 с.
158. Потапов Ю.Б., Соломатов В.Н., Селяев В.П. Полимерные покрытия для железобетонных конструкций. – М.: Стройиздат, 1973. – 129 с.
159. Правила оценки физического износа жилых зданий: ВСН 53-86 (р). – М.: Госгражданстрой, 1988. – 72 с.
160. Предупреждение деформаций и аварий зданий и сооружений / А.И. Работников, А.М. Михайлов, Б.М. Кованев и др.; Под ред. В.А. Лисенко. – К.: Будівельник, 1984. – 120 с.
161. Прилепский Е.А., Гогешвили Л.В. Рамы деревянные клееные пролетом 21 м из прямолинейных элементов с зубчатым соединением ригеля и стойки: Экспресс-информация. – М.: ЦНИИЭПсельстрой, 1981. – Вып. 13. – 2 с.
162. Прыкин Б.В., Гаевой А.Ф., Дюбков В.Т. и др. Новые типы универсальных форм для широкой номенклатуры железобетонных изделий // Бетон и железобетон. – 1979. – № 3. – с. 19—21.
163. Пустовойтов В.П., Климов С.А., Черномаз В.С. Стеклопластики в строительстве. – М.: Стройиздат, 1978. – 212 с.
164. Радченко С.В. К вопросу проектирования каркасных многопролетных зданий и сооружений // XXIII науч.-техн. конференция преп., аспирантов и сотрудов Харьковской гос. акад. гор. хоз-ва. – Х.: ХГАХ, 1996. – с. 83.
165. Радыгин Д. Жилая ячейка с разной высотой помещения // Жилищное строительство. – 1972. – № 6. – С. 24—25.
166. Раева Е.С. Унификация объемно-планировочных параметров зданий культурно-просветительского назначения // Унификация элементов зданий различного назначения / под ред. Д.Б. Хазанова. – М.: Госстройиздат, 1962. – С. 58—74.
167. Раева Е.С. Нормализация объемно-планировочных элементов жилых и общественных зданий // Унификация параметров и конструкций жилых и общественных зданий / Под ред. Д.Б. Хазанова. – М.: Стройиздат, 1965. – С. 18—34.

168. Раева Е.С. Нормали объемно-планировочных элементов и оборудования зданий – функциональная основа стандартизации // Стандартизация в гражданском строительстве. – М., ЦНИИЭП жилища, 1977. – С. 10—18.
169. Рекомендации по унификации строительных решений и блокировке зданий и сооружений сельскохозяйственного назначения для зоны УССР / УкрНИИАгропроект. – К.: УкрНИИАгропроект, 1987. – 40 с.
170. Реконструкция и модернизация пятиэтажных жилых зданий первых массовых серий типовых проектов // ЦНИИЭП жилища. – М., 1988. – 55 с.
171. Республиканский перечень типовых проектов, типовых проектных решений и проектов повторного применения сельскохозяйственных производственных предприятий, зданий и сооружений для строительства в двенадцатой пятилетке в Украинской ССР: VII 08-5. – К.: ЦИТП, 1985. – 128 с.
172. Розанов Н. Крупнопанельное домостроение и архитектура // Архитектура СССР. – 1968. – № 5. – с. 12—15.
173. Розанов Н. Творческое сотрудничество архитекторов и домостроителей // Архитектура СССР. – 1977. – № 5. – с. 38—39.
174. Романов С. Что делать с пятиэтажками? // Архитектура и строительство России. – 1990. – № 1. – с. 13—14.
175. Рудерман Л.Г. Об экономической эффективности унификации параметров зданий различного назначения // Архитектура СССР. – 1960. – № 12. – С. 27—29.
176. Рудерман Л.Г. Экономическое значение повторяемости в производстве промышленных изделий // Унификация параметров и конструкций жилых и общественных зданий. – М.: Стройиздат, 1965. – С. 146—160.
177. Рудерман Л.Г. Методика оценки эффективности унификации железобетонных изделий заводского производства (на примере общественных зданий) // Унификация элементов зданий различного назначения / Под ред. Д.Б. Хазанова. – М.: Госстройиздат, 1962. – С. 138—144.
178. Рудерман Л.Г., Шгейберг Н.М. Техничко-экономические соображения по выбору расчетных нагрузок на перекрытия жилых и общественных зданий // Унификация элементов зданий различного назначения / Под ред. Д.Б. Хазанова. – М.: Госстройиздат, 1962. – С. 123—126.
179. Савченко И.П., Липявкин А.Ф., Сербинович П.П. Архитектура: учеб. издание. – М.: Высш. школа, 1982. – 376 с.
180. Седов А.П. Типизация планировки однокомнатных квартир для малосемейных и одиночек // Унификация элементов и конструкций жилых и общественных зданий / Под ред. Д.Б. Хазанова. – М.: Стройиздат, 1965. – С. 47—62.
181. Седов А.П., Хохлова Л.П. Нормализация планировочных элементов массового жилища / под ред. Е.С. Раевой и А.В. Беручана. – М.: Стройиздат, 1972. – 151 с.
182. Семантика, логика и интуиция в мыслительной деятельности человека: (психологические исследования) / Под. ред. А.Н. Соколова, Л.Л. Гуровой, Н.И. Жинкина. – М.: Педагогика, 1979. – 184 с.
183. Сербинович П.П. Гражданские здания массового строительства: Учеб. издание. – М.: Высш. школа, 1975. – 319 с.
184. Сербинович П.П., Орловский Б.Я. Архитектура: учеб. издание. – М.: Высш. школа, 1970. – 408 с.
185. Сербинович П.П., Орловский Б.Я., Абрамов В.К. Архитектурное проектирование промышленных зданий: архитектурно-композиционные и объемно-планировочные решения: Учеб. издание. – М.: Высш. школа, 1972. – 408 с.
186. Серк Л.А. Модульная система в гражданском строительстве // Модульная система в строительстве. – М.: Изд-во акад. арх. СССР, 1945. – С. 57—101.



187. Скоров Б.М. Гражданские и промышленные здания: учеб. для вузов. – М.: Высш. школа, 1978. – 439 с.
188. Скрыль И.Н. Инсоляция жилья. – К.: Будівельник, 1981. – С. 68.
189. Скрыль И.Н. Инсоляция в градостроительстве. – К.: УМК ВО, 1992. – 64 с.
190. Снежко О.В., Трушиньш Е.К., Козлов Л.Н. и др. «Фламинго» – новый метод преобразования малоэтажной застройки // Строительство и архитектура. – 1974. – № 3. – с.24–25.
191. СНиП I-2. Строительная терминология / Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1980. – 32 с.
192. СНиП 1.02.01-85. Инструкция о составе, порядке разработки, согласования и утверждения проектно-сметной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений / Госстрой СССР. – ЦИТП Госстроя СССР. – 1986. – 40 с.
193. СНиП 23-01-99. Строительная климатология. – М.: Госстрой России, 2000. – 58 с.
194. СНиП 2.01.07-85. Нагрузки и воздействия / Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1987. – 36 с.
195. СНиП 2.01.07-85. Карты районирования территории СССР по климатическим характеристикам: Прилож. 5 / Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1987. – 11 с.
196. СНиП 2.08.01-89. Жилые здания / Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1988. – 16 с.
197. СНиП 2.08.02-89. Общественные здания и сооружения / Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1989. – 40 с.
198. СНиП 2.09.02-85. Производственные здания / Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. – 16 с.
199. СНиП 2.09.03-85. Сооружения промышленных предприятий / Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. – 56 с.
200. СНиП 2.09.04-87. Административные и бытовые здания / Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1988. – 16 с.
201. СНиП II-3-79\*. Строительная теплотехника / Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. – 32 с.
202. СНиП II-4-79. Естественное и искусственное освещение / Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1980. – 48 с.
203. СНиП 2.03.01-84\*. Бетонные и железобетонные конструкции / Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1989. – 80 с.
204. СНиП II-23-81\*. Стальные конструкции / Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1980. – 96 с.
205. СНиП 2.02.03-85. Свайные фундаменты / Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. – 48 с.
206. Согомонян Н.М., Рябченко Ю.В., Бубновская Н.В. Жилые дома в сельских поселках. Обзор. – М.: ЦНТИ по гражд. стр-ву и арх., 1975. – 36 с.
207. Соколов В.К. Модернизация жилых зданий: основные принципы и методы реконструкции каменных зданий. – М.: Стройиздат, 1966. – 151 с.
208. Справочник архитектора: сельскохозяйственные предприятия / Е.И. Чигринов, В.В. Радченко, М.М. Каплуновский и др.; под ред. В.И. Хазина. – К.: Будівельник, 1987. – 232 с.
209. Справочник проектировщика инженерных сооружений / В.Ш. Козлов, В.Д. Альшиц, А.И. Аптекман и др.; под ред. Д.А. Коршунова. – К.: Будівельник, 1988. – 350 с.
210. Справочник проектировщика: типовые железобетонные конструкции зданий и сооружений для промышленного строительства / В.М. Спиридонов, В.Т. Ильин, И.С. Приходько и др.; Под общ. ред. Г.И. Бердичевского. – М.: Стройиздат, 1981. – 488 с.
211. Справочник инженера-шахтостроителя / Д.С. Аксельрод, П.К. Андреев, Ф.И. Анд-

- ронников и др. – В 2 т. Т.1. – М.: Недра, 1972. – 504 с.
112. СТ СЭВ 1404-78. Здания промышленных предприятий: геометрические параметры. – Введ. 01.01.80. – М.: Изд-во стандартов, 1979. – 3 с.
  113. СТ СЭВ 1405-78. Здания жилые и общественные: геометрические параметры. – Введ. 01.01.80. – М.: Изд-во стандартов, 1979. – 3 с.
  114. СТ СЭВ 1408-78. Здания сельскохозяйственные: геометрические параметры. – Введ. 01.01.80. – М.: Изд-во стандартов, 1979. – 3 с.
  115. СТ СЭВ 1001-78. Модульная координация размеров в строительстве. – Введ. 01.01.80. М.: Изд-во стандартов, 1979. – 4 с.
  116. Степанов Н.И. Основы проектирования гражданских и промышленных зданий. – М.: Стройиздат, 1973. – 349 с.
  117. Степанова В.Э. Основы проектирования агро-промышленных комплексов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 303 с.
  118. Стоянов Е.Г., Жиликов В.Я. Применение комбинированной конструкции стен в типовой серии 87 // Эксплуатация и ремонт зданий и сооружений городского хозяйства / ХГАГХ. – К.: ИСЮ, 1994. – с. 71—75.
  119. Страшнов В.Г. Нормализация объемно-планировочных параметров школьных классов // Унификация параметров и конструкций жилых и общественных зданий / Под ред. Д.Б. Хазанова. – М.: Стройиздат, 1965. – С. 63—73.
  120. Стрелецкий Н.С. Новые идеи и возможности в металлических промышленных конструкциях. – М.-Л.: Госстройиздат, 1934. – 94 с.
  121. Стрелецкий Н.С. К вопросу развития методики расчета по предельным состояниям: для обсуждения / МИСИ. – М., 1966. – 58 с.
  122. Стрелецкий Н.С. Избранные труды / Под ред. Е.И. Беленя. – М.: Стройиздат, 1975. – 423 с.
  123. Стрелецкий Н.С., Захаров В.В. Очередные вопросы типизации мостовых сооружений на путях сообщения СССР // Вопросы типизации мостовых сооружений. – М.: Изд-во АН СССР, 1958. – С. 5—28.
  124. Стрелецкий Н.С., Отставнов В.А., Белыйшев И.А. Сопоставление временных нагрузок разных стран для жилых и общественных зданий // Методика определения нагрузок на здания и сооружения / ЦНИИСК. – М.: Стройиздат, 1963. – С. 5—28.
  125. Стрелецкий Н.С., Таль К.Э., Отставнов В.А. Некоторые проблемы надежности строительных конструкций и дальнейшие задачи комиссии №23- Осло, 1965. – 13 с.
  126. Сухарева Н.А. Унификация планировочных параметров животноводческих построек // Унификация элементов зданий различного назначения. – М.: Госстройиздат, 1962. – С. 99—105.
  127. Сухарева Н.А. Унификация конструкций элементов зданий для сельского хозяйства // Унификация параметров и конструкций жилых и общественных зданий. – М.: Стройиздат, 1965. – С. 122—133.
  128. Теличкин Ф.Н. Планирование и эффективность строительного производства. – К.: Будівельник, 1976. – 224 с.
  129. Теория механизмов и машин: проектирование: Учеб. издание / О.И. Кульбачный, Л.С. Грозденская, А.В. Желиговский и др.; под общ. ред. О.И. Кульбачного. – М.: Высш. школа, 1970. – 287 с.
  130. Тетиор А.Н., Феклин В.И., Сургучев В.Г. Проектирование фундаментов: справочник. – К.: Будівельник, 1981. – 208 с.
  131. Техническое нормирование и стандартизация в строительстве / В.И. Сычев, А.Н., Шкинев Б.Я., Говоровский и др.; под общ. ред. Н.Н. Качалова. – М.: Стройиздат, 1979. – 503 с.
  132. Типовые строительные конструкции, изделия и узлы. Серия 1.020-1/87. Конструк-

- ции каркаса межвидового применения для многоэтажных общественных зданий, производственных и вспомогательных зданий промышленных предприятий // ЦНИИ промзданий, НИИЖБ Госстроя СССР, КиевЗНИИЭП, ЦНИИЭП ТБЗ и ТК. – М.: Госстрой СССР, 1990.
233. Туполев М.С., Шкинев А.Н., Попов А.А. Гражданские и промышленные здания. В2 ч. Ч. 1: гражданские здания. – М.: Госстройиздат, 1962. – 276 с.
  234. Топчий Д.Н., Бондарь В.А., Кошлатый О.Б. Сельскохозяйственные здания и сооружения. – М.: Агропромиздат, 1985. – 480 с.
  235. Тынянов В.Г. Новые общесоюзные тематические каталоги // Строительство и архитектура. – 1974. – № 2. – С. 41.
  236. Украинский зональный каталог индустриальных изделий и конструкций для сельскохозяйственного строительства: УЗК-2. – К.: Будівельник, 1980. – 56 с.
  237. Унифицированные конструкции и детали железобетонных рам по шифру 1.800-РЖУ для сельскохозяйственных зданий с уклоном кровли 1:4 / Укрмежколхозстрой. Укрколхозпроект. – К., 1982. – 250 с.
  238. Фелонин В.Н., Шишин А.В., Дюбина Н.И. Клеевые деревянные конструкции в сельском строительстве / ЦНИИЭПсельстрой. – М.: Изд-во ОНТИ ЦНИИЭПсельстроя, 1977. – 11 с.
  239. Философский словарь / Под ред. И.Т. Флорова. – М.: Изд-во полит. лит-ры, 1987. – 590 с.
  240. Фрадин М. Каталог и его содержание // Строительство и архитектура Москвы. – 1970. – № 10. – С. 8—13.
  241. Хазанов Д.Б. Унификация планировочных элементов общественных зданий // Унификация объемно-планировочных и конструктивных элементов жилых и общественных зданий массового строительства. – М.: Госстройиздат, 1956. – С. 26—87.
  242. Хазанов Д.Б. Унифицированные параметры объемно-планировочных элементов общественных зданий (высота этажей, пролеты, шаги). – М.: Госстройиздат, 1957. – 40 с.
  243. Хазанов Д.Б. Укрупненные модули конструктивно-планировочной сетки зданий различного назначения // Архитектура СССР. – 1959. – № 2. – с. 24—31.
  244. Хазанов Д.Б. Модульная координация в проектировании зданий. Унификация и типизация элементов. – М.: Госстройиздат, 1959. – 72 с.
  245. Хазанов Д.Б. Принципы унификации элементов зданий различного назначения // Унификация элементов зданий различного назначения. – М.: Госстройиздат, 1962. – С. 3—26.
  246. Хазанов Д.Б. Результаты и направления работ по унификации элементов зданий // Унификация параметров и конструкций жилых и общественных зданий. – М.: Стройиздат, 1965. – с. 6—17.
  247. Хазанов Д.Б. Унификация и стандарт в строительстве и архитектуре. – М.: Знание, 1967. – № 6. – 48 с.
  248. Хазанов Д.Б. Модульная координация элементов зданий и свобода их проектирования // Типизация жилых зданий, их элементов и деталей. – М.: Стройиздат, 1974. – с. 39—51.
  249. Хазанов Д.Б. О системе стандартизации в гражданском строительстве // Стандартизация в гражданском строительстве. – М., ЦНИИЭП жилища, 1977. – С. 3—9.
  250. Хазанов Д., Кулага В., Раева Е. и др. Модульная планировочная сетка общественных зданий. – М.: Госстройиздат, 1958. – 116 с.
  251. Хазанов Д.Б., Шеренцис А.А., Мадера Г.И. Унификация несущих и ограждающих конструкций (сортамент унифицированных строительных изделий для зданий различного назначения). – М.: Госстройиздат. – 112 с.
  252. Хазанов Д.Б., Шеренцис А.А., Экслер Л.С. Стандартизация и качество в архитектуре

- и строительстве. – М.: Стройиздат, 1977. – 111 с.
253. Хазанов Д.Б., Эстров З.И. Вопросы экономики в проектировании массовых видов общественных зданий: Научное сообщение. – М.: Госстройиздат, 1959. – 144 с.
254. Хазин В.И. Конструкции фундаментов сельскохозяйственных зданий на коротких сваях. – К.: Будівельник, 1984. – 103 с.
255. Хазин В.И. Будівлі та споруди агропромислового комплексу. – К.: Урожай, 1988. – 168 с.
256. Хазин В., Кошлатий О., Філь Н. Внутрішньоплощадкова уніфікація // Сільське будівництво. – 1984. – № 4. – С. 17—18.
257. Хоменко Е.А. Логика: Учеб. пособие. – М.: Воен. изд-во мин. обороны СССР, 1976. – 208 с.
258. Хохлова Л.П. Унификация планировочных параметров малоэтажных жилых домов // унификация элементов зданий различного назначения. – М.: Госстройиздат, 1962. – С. 43—57.
259. Хохлова Л.П. О методике нормализации архитектурно-планировочных решений квартирных жилых домов // Унификация параметров и конструкций жилых и общественных зданий. – М.: Стройиздат, 1965. – С. 35—46.
260. Хохлова Л.П. Стандарт – залог качества и разнообразия планировки жилых домов. – М.: Знание, 1977. – № 11. – 64 с.
261. Хохлова Л.П. Проектирование гражданских зданий для села. – М.: Агропромиздат, 1988. – 304 с.
262. Хохлова Л.П. Основы проектирования сельских зданий. – М.: Агропромиздат, 1990. – 239 с.
263. Хохлова Л.П. Справочник индивидуального застройщика. – М.: Высш. школа, 1992. – 303 с.
264. Чернышова Л.Б. Экономика унификации столярных изделий // Унификация элементов зданий различного назначения. – М.: Госстройиздат, 1962. – С. 145—148.
265. Шагин А.Л., Гончаров В.Б., Крыженко Н.В. Новые типы сельскохозяйственных хранилищ. – К.: Урожай, 1990. – 200 с.
266. Шагин А.Л., Салия Г.Ш. Сборно-монолитная каркасная система для строительства в сейсмических регионах // Коммунальное хозяйство городов: респ. межвед. науч.-техн. сб. – К.: Техніка, 1997. – Вып.6. – С. 21—25.
267. Шемшурин Е.Н. Стандартизация на предприятиях стройиндустрии – важнейшее средство управления качеством // Стандартизация в гражданском строительстве. – М., ЦНИИЭП жилища, 1977. – С. 47—57.
268. Шерендис А.А. Вопросы проектирования и унификации размеров конструктивных элементов жилых и гражданских зданий на основе единой модульной системы // Унификация объемно-планировочных и конструктивных элементов жилых и общественных зданий массового строительства. – М.: Госстройиздат, 1956. – С. 88—141.
269. Шерендис А.А. Унификация конструктивных узлов и способов привязки конструкций к разбивочным осям // Унификация элементов зданий различного назначения. – М.: Госстройиздат, 1962. – С. 127—131.
270. Шерендис А.А. Стандартизация и совершенствование конструкций // Стандартизация в гражданском строительстве. – М., ЦНИИЭП жилища, 1977. – С. 19—24.
271. Шерендис А.А., Аронова Р.И., Чефанова О.С. Унификация конструкций крупнопанельных домов // Унификация параметров и конструкций жилых и общественных зданий. – М.: Стройиздат, 1965. – С. 103—107.
272. Шерешевский И.А. Конструирование промышленных зданий и сооружений: Учеб. издание; – 3-е изд. – Л.: Стройиздат, Ленинградское отд., 1979. – 168 с.
273. Шкинев А.Н. Роль технического нормирования и стандартизации в повышении тех-

- нического уровня проектных решений. – М.: Стройиздат, 1974. – 16 с.
274. Шкинев А.Н., Хазанов Д.Б. Международная модульная система в строительстве // Бюл. строительной техники. – 1969. – № 6. – С. 23—25.
  275. Шмуклер В.С. Рациональное конструирование некоторых видов сборных железобетонных конструкций // Коммунальное хозяйство городов: респ. науч.-техн. сб. – К.: Техніка, 1996. – Вып.10. – С. 37—48.
  276. Шмуклер В.С. Оптимизация параметров строительных конструкций в условиях регулирования их напряженно-деформированным состоянием // Коммунальное хозяйство городов: Респ. науч.-техн. сб. – К.: Техніка, 1997. – Вып.8. – С. 3—14.
  277. Шмуклер В.С., Бурак Н.П., Гринцова М.А. Конструктивно-теплоизоляционный легкий бетон для эффективных плит системы «РАМПА» // Повышение эффективности и надежности городского хозяйства. – К.: ИСИО, 1993. – с. 147—150.
  278. Шубин Л.Ф. Промышленные здания. Архитектура гражданских и промышленных зданий: Учеб. для вузов. В 5 т. Т. 5. – 3-е изд. – М.: Стройиздат, 1986. – 335 с.
  279. Штолько В.Г. Стан і перспективи української архітектури // Вісник академії будівництва України. – К.: АБУ, 1977. – Вип. 3. – С. 29—32.
  280. Шуллер В. Конструкции высотных зданий. Пер. с англ. Л.Ш. Килимника // Под ред. Г.А. Казиной. – М.: Стройиздат, 1979. – 248 с.
  281. Шумилов М.С. Гражданские здания и их техническая эксплуатация: Учеб. издание. – М.: Высш. шк., 1985. – 376 с.
  282. Шухов В.Г. Стропила. Изыскание рациональных типов прямолинейных стропильных ферм и теория арокных ферм. – М., 1887. – 120 с.
  283. Экслер Л.С. Оценка технического уровня строительных изделий при аттестации // Стандартизация в гражданском строительстве. – М.: ЦНИИЭП жилища, 1977. С. 32—38.
  284. Юркина Э.Т. Основные принципы нормализации помещений на примере больниц // Унификация параметров и конструкций жилых и общественных зданий. – М.: Стройиздат, 1965. – С. 74—82.
  285. Яглом И.М. О комбинаторной геометрии. – М.: Знание, 1971. – № 8. – 61 с.
  286. Bielek Milan. Panelove' stavby. Teoria stykov z hladiska vetra a dazda. – Alfa sntl, 1983.
  287. Bemis. The evolving house. Combridge – Massacusetts, 1933—1936.
  288. Modular coordination in building. Project №174; Paris, 1956.
  289. Nissen henrik. Industrialized building and modular design. – Cement and concrete as sociation, 1972.

## ИННОВАЦИОННЫЙ СЛОВАРЬ ПОНЯТИЙ И ТЕРМИНОВ

(в логико-методологической экспликации)

**АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ** – процесс создания прообраза предполагаемого объекта архитектурного проектирования и проектирования строительных конструкций в единстве с организацией и технологией производства (включающие другие научные дисциплины) на общей для них *экспликационной методологии*.

**АРХИТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СИСТЕМА (АКТС)** – здание, сооружение, рассматриваемое в *экспликационной методологии* проектирования в системном подходе как совокупность *архитектурно-строительных элементов*, образующая целостную функционирующую систему в аспекте единства архитектурной, конструктивной и технологической составляющих *архитектурно-строительного проектирования*; см. также *архитектурно-строительная система сборная, индустриализированная строительная система (ИСС)*.

**АКСИОМА ТОЖДЕСТВА сборных конструктивных элементов** – одинаковые ( типовые, унифицированные; стандартные) изделия серийного промышленного производства обладают одинаковыми заранее заданными свойствами. А.т. по форме соответствует свойству *взаимозаменяемости*, по реальному содержанию – стандартной Модульной координации размеров в строительстве (МКРС); противоположная А.т. – *аксиома различия*.

**АКСИОМА РАЗЛИЧИЯ сборных конструктивных элементов** – разные ( типовые, унифицированные; стандартные) изделия серийного промышленного производства обладают разными заранее заданными свойствами. А.р. по форме соответствует свойству

*разнозаменяемости*, по возможному содержанию – *Обобщенной модульной координации в строительстве (ОМКС)*; противоположная А.р. – *аксиома тождества*.

**АМБИЗАМЕНЯЕМОСТЬ** – свойство двойственности сборных элементов в архитектурно-строительных системах, одновременного наличия в них противоположных свойств *взаимозаменяемости* и *разнозаменяемости*. А. характеризует данную особенность сборных элементов и их соединений как заменяемость вообще. Отражает единство противоположных свойств сборных изделий серийного промышленного производства в их атрибутивных признаках «тождества» и «различия» (см. *аксиома тождества, аксиома различия*); обладает сложной природой и иерархией соподчиненности разных форм заменяемости: *взаимо-, разно- и амби- заменяемости* (от простого к сложному, от низшего к высшему и т.д.).

- **ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТЬ** – согласно общетехническому определению (применительно к *архитектурно-строительному проектированию*) – свойство одних и тех же независимо изготовленных *архитектурно-строительных элементов* сборных и их соединений между собой (т.е. частей *архитектурно-строительных систем сборных* – подсистем), позволяющее устанавливать их в процессе сборки или замены на другие такие же самые без предварительной подгонки или доработки, сохраняя все требования, предъявляемые к работе этих элементов и систем, а также их комплексов – макросистем. В. промышленных изделий рассматривается как техническое явление низшего уровня относительно *разнозаменяемости*;

- **РАЗНОЗАМЕНЯЕМОСТЬ** – свойство различных (не одних и тех же) независимо изготовленных *архитектурно-строительных элементов сборных* и их соединений между собой (чаще *архитектурно-строительных систем сборных* – подсистем), позволяющее устанавливать их в процессе сборки или замены на другие не такие же самые без предварительной подгонки или доработки, изменяя совокупность требований, предъявляемых к работе этих элементов и систем, а также их комплексов – макросистем. Р. – техническое явление более высокого уровня относительно *взаимозаменяемости*.

**АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ СБОРНЫЙ** – неделимая, цельная по структуре, первичная и определенная по *качественно-количественному составу и формо-содержательному выражению* предварительно изготовленная часть (более сложной, составной) *архитектурно-строительной системы сборной*.

**АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА СБОРНАЯ** – совокупность *архитектурно-строительных элементов сборных*, находящихся между собой в заданной (проектной, расчетной и др.) *качественно-количественной* и *формо-содержательной взаимосвязи, взаимодействии* и образующих функционирующую (в пространстве и во времени) материально-вещественную целостность, единство. Кроме материальных и идеальных А.-с.с.с. целесообразно различать реальные, эвентуальные и виртуальные системы (последние, например, *Отраслевой каталог* или *Отраслевая номенклатура* или Номенклатура). Исследования А.-с.с.с. и др. проводятся в рамках системного подхода, неразрывно связанного с диалектическим методом.

**ВЗАИМОСВЯЗЬ, ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ** сборных элементов – соответст-

венно проектное, реализованное архитектурно-конструктивно-технологическое (АКТ-) функционирование; концептуальная *первопричина* (вторая из двух составляющих) *первоисточника многообразия архитектурно-строительных систем сборных*; через В.в. проявляется технический *эффект многообразия* и действует частный *закон многообразия сборных индустриализированных строительных систем*.

**ЗАКОН МНОГООБРАЗИЯ сборных архитектурно-строительных систем** – частный (специфический) закон материального производства общества в отрасли строительства. З.м. – необходимое устойчивое, существенное, повторяющееся отношение между техническим явлением – *взаимо-, разно-, амби- заменяемости* и технической сущностью *Обобщенной модульной координации в строительстве (ОМКС)*; выражает отношение связи *Отраслевого каталога* и *Отраслевой номенклатуры* через свойства, методы и принципы обобщенной заменяемости в обобщенной модульности. Существует объективно, независимо от сознания специалистов, но в результате их производственной деятельности. Эффективность применения З.м. зависит от степени руководства им и дальнейшего его познания и развития:

- **ФОРМУЛА ЗАКОНА** – многообразие сборных *индустриализированных строительных систем* – суть агрегатирование-конгломерирование сборных изделий серийного промышленного производства, обладающих свойством *амбизаменяемости* в *Обобщенной модульной координации в строительстве (ОМКС)*;
- **СЛЕДСТВИЯ ЗАКОНА МНОГООБРАЗИЯ** – частные выводы, являющиеся методическими рекомендациями к решению научно-технической проблемы однообразия сборных *индустриализированных строительных систем (ИСС)* и много-

номенклатурности *архитектурно-строительных элементов сборных*. С.з.м. – три; относятся к разработке Каталога и Номенклатуры:

• **первое следствие:** увеличение многообразия сборных ИСС в Каталоге достигается повышением технического *эффекта многообразия* посредством *методов разнотипности* при ослаблении регламентирующего влияния *Обобщенной модульной координации в строительстве (ОМКС)*;

• **второе следствие:** уменьшение разнообразия сборных архитектурно-строительных элементов в Номенклатуре достигается повышением технического *эффекта многообразия* посредством свойства *разнотипности* при усилении регламентирующего влияния *Обобщенной модульной координации в строительстве (ОМКС)*;

• **третье следствие:** решение проблемы однообразия сборных ИСС и многономенклатурности элементов серийного промышленного производства является противоречивым процессом подвижности–стабильности, преемственности–обновления, уменьшения–увеличения и т.п., т.е. развитием Каталога сборных систем и Номенклатуры сборных элементов, результативность которого многократно выше при руководстве *экспликационной методологией* архитектурно-строительного проектирования.

**ИНДУСТИАЛИЗИРОВАННОЕ строительство** – направление научно-технического прогресса (НТП) в отрасли строительства, характеризующееся превращением производства зданий и сооружений в механизированный поточный процесс (противоположность И.с. – кустарное производство). Имеется два основных естественно исторически сложившихся материально-организационных направления: *штуч-*

*ное* (в том числе: мелкоштучное, *сборное*) и монолитное. Из них образуются различные частные направления (сборно-монолитное, сборно-мелкоштучное, монолитно-мелкоштучное и др.). И.с. характеризуется применением разного уровня развития строительной науки, техники и технологии на объектах, имеющих разные архитектурно-строительные системы и АКТ-схемы из различных архитектурно-строительных элементов, изготовленных из природных, искусственных и синтетических материалов. И.с. осуществляется по основным направлениям (штучному и монолитному) соответственно на стационарных и мобильных заводах стройиндустрии и/или в их взаимодействии.

**ИНДУСТИАЛИЗИРОВАННАЯ СТРОИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА (ИСС)** – *архитектурно-строительная система* в аспекте применяемого уровня развития *индустриализованного строительства*; здание, сооружение, возводимое из элементов (в т.ч. материалов) промышленного производства с применением средств механизации.

**КАЧЕСТВЕННО-КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ И ФОРМО-СОДЕРЖАТЕЛЬНОЕ ВЫРАЖЕНИЕ свойств сборных элементов и систем** – концептуальная первооснова (первая из двух составляющих) *первоисточника многообразия* сборных архитектурно-строительных систем (в отличие от концепций вариантности, комбинаторности и др.); концепция распространяется на любые архитектурно-строительные проявления сборных элементов и систем из них (конструктивные, технологические, функциональные, эстетические, эксплуатационные, экономические, социальные и др.) практически значимые при проектировании и реализуется через техническое явление *разнотипности* и техническую сущность *Обобщенной модульной координации в строительстве*.

**КВАДРАТ ДИАЛЕКТИЧЕСКИЙ ЗАМЕНЯЕМОСТИ СБОРНЫХ ЭЛЕ-**



## МЕНТОВ СЕРИЙНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

– мнемоническая схема, отражающая логико-понятийные взаимосвязи типологического *одно-, разно- и многообразия* сборных архитектурно-строительных систем посредством обобщенных материально-вещественных и временных АКТ-признаков (их блоков) сборных элементов, а именно: одинаковых и различных свойств, одинаковых и различных технических условий (ТУ), которым они удовлетворяют. К.д.з. образует по мере отхода от формально-логических оснований определений *взаимозаменяемости и разнотипности* различные формы заменяемости: *формальную, неформальную* (совместно – *номинальную*) и *нениминальную*. Аналог К.д.з. – квадрат логический Михаила Пселла (XI в.), являющийся мнемосхемой умозаключений по четырем основным суждениям аристотелевой логики. Таким образом, квадрат логический в сфере мышления К.д.з. является гомологическим отражением (проекцией) характера взаимосвязи материальных элементов серийного промышленного производства. К.д.з. имеет кроме академического значения для научного объяснения, описания и обоснования многообразия сборных систем из элементов промышленного серийного производства, также практическое значение для выявления новых *методов разнотипности* при решении научно-технической проблемы «однообразия и многономенклатурности» сборного (и др.) направлений строительного промышленного производства. Поскольку стандартизация является научно-методической основой серийного промышленного производства, К.д.з. обеспечивает потенциальную возможность получения любого виртуального, эвентуального или реального многообразия сборных и других *индустриализированных строительных систем* путем логико-понятийного охвата существенных признаков (логических осно-

ваний, семантических денотат) этих систем с возрастающим отходом от промышленного (см. *Индустриализированное строительство*) производства вплоть до кустарного и от серийного до уникального.

**КРИТЕРИАЛЬНОЕ ВЫРАЖЕНИЕ АДДИТИВНОСТИ** – соотношение параметров в *Обобщенной модульной координации в строительстве (ОМКС)*, определяющее область действия *обобщенной теории модульности* и *обобщенной теории заменяемости* в *обобщенной модели варибельности параметров* сборной архитектурно-строительной системы; имеет вид:

$$Q_{const} (qM_H)_{var} [(bl)M_G]_{var}$$

где  $M_{H,G}$  – модули системы соответственно грузовой (нагрузки), геометрический;  $b, l$  – шаг, пролет несущих элементов системы,  $q, Q$  – удельная, общая нагрузки на несущие элементы.

**ЛОГИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКСПЛИКАЦИЯ** нормативно-стандартных основ *архитектурно-строительного проектирования* – замещение привычных, но неточных понятий и представлений новыми, более точными научными. Л.-м.э. является исходной идеей экспликационной методологии ИСС, их *обобщенной теории заменяемости* и *обобщенной теории модульности*; в конечном счете, выражается в *законе многообразия сборных ИСС и следствиях закона многообразия*.

**МЕТОДЫ РАЗНОЗАМЕНЯЕМОСТИ** – способы упорядоченной и целенаправленной деятельности в *архитектурно-строительном проектировании* и конструировании с целью обеспечения требуемых различий (не тождеств) при создании *архитектурно-строительных элементов сборных и преобразовании архитектурно-строительных систем сборных* и др. систем по типологии *форм разнотипности*. Мр. многократно результативнее относительно методов взаимозаменяемости (см. *Взаимозаменяемость*) в реше-

нии проблемы «однообразия и много-номенклатурности» согласно *закону многообразия ИСС*; описываются *квадратом диалектическим заменяемости* изделий серийного промышленного производства, при руководстве им могут разрабатываться новые методы разнотипности, структурные части ИСС и др.:

- **АГРЕГАТИРОВАНИЕ-КОНГЛОМЕРИРОВАНИЕ** – наиболее общий из *методов разнотипности*, характеризующийся укрупнением–дроблением, совмещением–разделением, сборкой–разборкой и др. приемами во взаимно противоположных направлениях преобразования элементов и систем, обеспечивающих в них различия (см. *Аксиома различия*); включает в себя универсальный метод комбинаторики, сочетается с др. методами (трансформации и пр.); А.-к. отражает также взаимно противоположные тенденции процесса развития *архитектурно-строительных систем сборных* в экзогенном–эндогенном («внутреннем–внешнем») направлениях и является одним из оснований *закона многообразия сборных индустриализированных строительных систем*;
- **«НЕСТАНДАРТНОЕ» ПРИМЕНЕНИЕ** – *метод разнотипности*, которым получают различия в *архитектурно-строительных системах сборных* и в др. оригинальных использованием типовых, унифицированных, стандартных строительных конструкций, элементов и деталей, т.е. не в соответствии с обычным проектированием и с указаниями типовых проектов; эффективнее в сочетании с другими *методами разнотипности*, расширяющими области использования и технические возможности типовых изделий (методами дополнительных деталей, невынужденного усиления, инвертирования др.);

- **ФРАГМЕНТАРНО-МАТРИЧНЫЙ МЕТОД** – *метод разнотипности* как способ творческого решения архитектурно-строительных задач при конструировании различных элементов и систем. При Ф.-м.м. используют фрагменты табличных форм с комбинациями геометрических фигур, имитирующих элементы и системы, и систематизированные факторы с их составляющими образования различий (вещественных, пространственных, движения и времени); из нужных «компонентов» образуют виртуальные АКР-решения, из которых выбирают эвентуальные;
- **ЭЛЕМЕНТАРНАЯ ДИВЕРСИФИКАЦИЯ** – *метод разнотипности*, составляющий совокупность простейших конструктивно-компоновочных приемов образования различий (не тождеств) в *архитектурно-строительных системах сборных* и др., например, изменением количества элементов, их собственного положения, относительно других элементов и т.п. Э.д. в *экспликационной методологии* проектировании ИСС приобретает более сложные приемы (со структурными модулями, с модульной несущей способностью и др.).

**МНОГООБРАЗИЕ** – обобщенная сравнительная оценка, характеристика сборных элементов и систем в отношении качественно-количественного состава и формо-содержательного выражения их свойств, а также *взаимосвязи, взаимодействия* элементов, соответствующих этому суммарному свойству, адекватному *аксиоме тождества и аксиоме различия*; включает *однообразие и разнотипность* элементов и систем:

- **ОДНООБРАЗИЕ** – конкретизирующая сравнительная оценка, характеристика элементов и систем в отношении качественно-количественно-

го состава и формо-содержательно-го выражения их свойств, а также взаимосвязи, взаимодействия их элементов, соответствующая частному свойству, адекватному *аксиоме тождества* сборных элементов; противоположная О. характеристика – *разнообразие*;

- **РАЗНООБРАЗИЕ** – конкретизирующая сравнительная оценка, характеристика сборных элементов и систем в отношении их качественно-количественного состава и формо-содержательного выражения их свойств, а также взаимосвязи, взаимодействия элементов, соответствующая частному свойству, адекватному *аксиоме различия* сборных элементов; противоположная Р. характеристика – *однородность*.

**МОДУЛЬ ОБОБЩЕННЫЙ** – аддитивная материальная пространственно-временная составляющая (расчетно-теоретическая, конструктивно-функциональная), обладающая атрибутивным свойством единичности для выражения и образования через нее более сложных систем (познавательных и вещественных). М.о. – основа стандартизации в строительстве и архитектуре по геометрической, прочностной, теплотехнической, временной и другим характеристикам *архитектурно-строительных систем сборных*; используется при серийном производстве изделий, обладающих свойствами *сборности*. В *экспликационной методологии* архитектурно-строительного проектирования приняты М.о.:

- **МОДУЛЬ ГЕОМЕТРИЧЕСКИЙ** – согласно общетехническому определению\* **модуль** в архитектуре и строительстве исходная мера, принятая для выражения кратных соотношений размеров комплексов, сооружений и их частей. В качестве М. принимают меру длины. Согласно стандарту в МКРС применяют основной  $M = 100$  мм, а также укрупненные ( $3M$ ,  $6M$  и т.д.) и дробные

( $1/2M$ ,  $1/5M$  и т.д.) модули. Применение М. придает комплексам, сооружениям и их частям соизмеримость, обеспечивает унификацию, типизацию и стандартизацию. В *Обобщенной модульной координации в строительстве (ОМКС)* М.г. – частный случай *обобщенного модуля*, совпадающий с общетехническим определением и дополнен укрупненно-дробным модулем  $M(N+n)$ , где  $N, n$  – натуральные числа,  $N \gg n$ ;

\*Политехнический словарь / Гл. ред. И.И. Артоболевский. – М.: Сов. Энциклопедия, 1998. – С.295, статья – Модуль.

- **МОДУЛЬ ДОЛГОВЕЧНОСТИ** –  $M_o$ , исходная мера, принятая для выражения кратных соотношений нормативного срока эксплуатационной пригодности зданий, сооружений. В качестве меры принят – год. Основной М. д. – 100 лет, дробные – 0,25 (или 0,33) от основного. Тогда сооружения I класса долговечности имеют срок службы  $M_o$  и более, например, 1,25; 1,5; II класса – не менее 0,5  $M_o$ , III – более 0,25  $M_o$ , некапитальные – до 0,25  $M_o$ . М.д. – частный случай *модуля обобщенного*, придает временную соизмеримость ИСС и координацию конструктивных элементам и комплексам;
- **МОДУЛЬ КОНСТРУКТИВНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ (ОБОБЩЕННЫЙ)** – *архитектурно-строительный элемент сборный*, соотносящийся с признаками *модуля расчетно-теоретического* в «овеществленной» форме – *штучности*, т.е. исчисляемости, относительно самостоятельного функционирования, способности образовывать более сложное целое и т.п.;
- **МОДУЛЬ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ** – исходная мера *несущей способности архитектурно-строительного модуля*, принятая за единицу и служащая для выражения ее

кратных соотношений и соизмеримости этого элемента в *архитектурно-строительной системе сборной* и др. для несущих элементов – один из трех составляющих *модуля обобщенного*. М.н.с. придает элементам свойство «скрытой» унификации; обеспечивает дополнительные возможности по управлению переменными параметрами сборных ИСС. М.н.с. формируется во взаимодействии с *геометрической модульной подсистемой* и *грузовой модульной подсистемой*;

- **МОДУЛЬ РАСЧЕТНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ (ОБОБЩЕННЫЙ)** – величина, параметр, размер, коэффициент пропорциональности и т.п., которые характеризуют соизмеримость, кратные отношения, координацию производных от него архитектурно-строительных объектов познания (исследования, расчета, проектирования);
- **МОДУЛЬ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ** – исходная мера теплотехнической величины, принятая за единицу и служащая для выражения кратных соотношений теплотехнических качеств ограждающих элементов между собой и окружающей средой, соизмеримости их в системах по термическому сопротивлению, тепловой инерции, паро-, воздухопроницаемости и др. характеристикам. М.т. – один из частных случаев *модуля обобщенного*.
- **МОДУЛЬНАЯ НЕСУЩАЯ СПОСОБНОСТЬ** в *Обобщенной модульной координации в строительстве* – характеристика работоспособности несущего *архитектурно-строительного элемента сборной* как *модуля конструктивно-функционального обобщенного* согласно методу предельных состояний, при этом его собственные размеры, положение в *архитектурно-строительной системе сборной*, грузовая

площадь и нагрузка на него выражены в модульных величинах.

**ОБОБЩЕННАЯ МОДЕЛЬ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ ПАРАМЕТРОВ** – графоаналитическая модель *архитектурно-конструктивно-технологической системы (АКТС)* или *индустриализированной строительной системы (ИСС)* конструктивной каркасно-панельной и др. схемы, совмещенная с *Обобщенной модульной координацией в строительстве (ОМКС)*. О.м.в.п. позволяет исследовать всестороннюю «гибкость» (вариабельность) модульных параметров *архитектурно-строительных систем сборных* – геометрических, грузовых и несущей способности, а также архитектурно-компоновочную, конструктивно-структурную, функционально-конструктивную и проч. «гибкость» как следствие *взаимосвязи, взаимодействия* развивающейся номенклатуры сборных и др. элементов в системах (АКТС, ИСС).

**ОБОБЩЕННАЯ МОДУЛЬНАЯ КООРДИНАЦИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ (ОМКС)** – геометрическая модульная координация в модульных координационных плоскостях объемно-планировочного пространства здания, сооружения, образующая модульные грузовые площади на несущие элементы, с нагружением их модульными (в частности, в эквивалентных величинах) равномерно распределенными нагрузками, составляющими грузовую модульную координацию, при этом несущая способность элементов образует силовую модульную координацию. Таким образом, ОМКС (как система) содержит геометрическую, грузовую и силовую модульные подсистемы, находящиеся во взаимосвязи, взаимодействии и отвечающие свойству аддитивности; исследуется в обобщенной модели вариабельности параметров: геометрических, грузовых и силовых (как несущей способности) в модульных выражениях:

- **ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ МОДУЛЬНАЯ КООРДИНАЦИЯ (ПОДСИСТЕМА)**, составная часть *Обобщенной модульной координации в строительстве (ОМКС)*, образующая частное целое, которая связана с объемно-планировочными размерами *архитектурно-строительных элементов сборных* и др. и *индустриализированных строительных систем (ИСС)*; служит для их соизмеримости и координации по геометрическим параметрам. Г.м.п. состоит из стандартной МКРС и др. нормативных положений; в *экспликационной методологии* проектирования ИСС дополнена положениями по укрупненно-дробным геометрическим параметрам сборных элементов и систем;
- **ГРУЗОВАЯ МОДУЛЬНАЯ КООРДИНАЦИЯ (ПОДСИСТЕМА)** – составная часть *Обобщенной модульной координации в строительстве (ОМКС)*, образующая частное целое, которая связана с нагрузками на *архитектурно-строительные элементы сборные индустриализированных строительных систем (ИСС)*; служит для их соизмеримости и координации по грузовым параметрам; предназначена для инженерно-строительных расчетов по методу предельных состояний; содержит значения нормативных нагрузок, ранжированные в унифицированно-подобные ряды, выраженные в модульных величинах;
- **СИЛОВАЯ МОДУЛЬНАЯ КООРДИНАЦИЯ (ПОДСИСТЕМА)** – составная часть *Обобщенной модульной координации в строительстве (ОМКС)*, образующая частное целое, которая связана с несущей способностью сборных несущих элементов в ИСС; служит для их соизмеримости и координации по параметрам несущей способности, выраженных в модульных вели-

чинах, ранжированных в унифицированно-подобные ряды.

**ОТРАСЛЕВАЯ НОМЕНКЛАТУРА и ОТРАСЛЕВОЙ КАТАЛОГ (Номенклатура и Каталог)** – гипотетические в перспективе развития, взаимосвязанные подсистемы *архитектурно-строительных элементов сборных* промышленного серийного производства и *архитектурно-строительных систем сборных*; содержат в своих подмножествах требуемое многообразие зданий и сооружений, удовлетворяющие потребности общества через максимальное разнообразие О.К. и минимальное разнообразие О.Н.; являются объектами реализации *закона многообразия* сборных ИСС промышленного производства и представляются логическим продолжением исторически сложившихся этапов (стадий, уровней) типизации, унификации в строительстве и архитектуре. О.К. и О.Н. – высший идеальный уровень виртуальной реализации *качественно-количественного состава* и *формо-содержательного выражения* требуемого множества ИСС из *архитектурно-строительных элементов сборных* в их взаимосвязи, взаимодействии.

**ПЕРВОИСТОЧНИК МНОГООБРАЗИЯ архитектурно-строительных систем сборных** – концептуальное «начало» происхождения их *одно- и разнообразия* при промышленном серийном производстве; в *экспликационной методологии* проектирования *индустриализированных строительных систем (ИСС)* содержит две составляющие: *первооснову и первопричину*:

- **ПЕРВООСНОВА МНОГООБРАЗИЯ** – первая составляющая *первоисточника многообразия* архитектурно-строительных систем: *определенные качественно-количественный состав и формо-содержательное выражение* свойств элементов, практически учитываемых при проектировании во всех конкретных

прогнозируемых оценках (расчетных данных, характеристиках, показателях и т.п.), которые обеспечивают их функционирование и удовлетворение требуемых технических условий (ТУ) и др.;

- **ПЕРВОПРИЧИНА МНОГООБРАЗИЯ** – вторая составляющая *первоисточника многообразия* архитектурно-строительных систем: *взаимосвязь, взаимодействие архитектурно-строительных элементов* в принятом по *первооснове многообразия* составе и выражении свойств.

**СБОРНОСТЬ** – свойство *архитектурно-строительного элемента*, частный случай *штучности*; дополнительным атрибутивным признаком С. является наличие устройств для крепления элемента к другим элементам (закладных деталей, анкерных выпусков, пазов и выступов и т.п.) для образования большего целого – *архитектурно-строительной системы сборной*.

**СИМПЛИФИКАЦИЯ** (от англ. simple – простой) – сокращение количества изделий серийного промышленного производства простой выборкой отдельных типов и типоразмеров изделий из их рядов одного функционального назначения в отношении *качественно-количественного состава и формо-содержательного выражения* элементов; С. обычно проводят одновременно с *типизацией и унификацией*.

**ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАЗВИТИЯ архитектурно-строительных систем сборных** – графоаналитическая совокупность последовательно усложняющихся структурных частей зданий, сооружений, их в целом, комплексов из них и т.д., начиная с отдельных *архитектурно-строительных элементов сборных* или их первичных номенклатур, сопровождаемая логическим анализом (формальным, диалектическим) в отношении происходящих в системах изменений *качественно-*

*количественного состава и формо-содержательного выражения во взаимосвязи, взаимодействии* совокупности элементов в системах; возможно рассмотрение процесса развития в обратном направлении (упрощения систем). Т.м.р. используется при решении научно-технической проблемы «однообразия сборных систем и многономеклатурности элементов».

**ТЕОРИЯ ЗАМЕНЯЕМОСТИ ОБОБЩЕННАЯ** – система научного знания, дающая целостное представление о закономерностях и существенных связях свойств, методов и принципов *взаимо-, разно- и амбизаменяемости*, а также о заменяемости вообще как техническом явлении и формообразовании *архитектурно-строительных элементов сборных и индустриализированных строительных систем (ИСС)*. Т.з.о. содержит как составную часть уточненные положения об общетехническом понятии *взаимозаменяемости*. Критерий истинности и основа развития Т.з.о. – практика проектирования; взаимосвязана с *теорией обобщенной модульности* как сущностью и содержанием сборных элементов и систем.

**ТЕОРИЯ МОДУЛЬНОСТИ ОБОБЩЕННАЯ** – система научного знания, дающая целостное представление о закономерностях и существенных связях *обобщенного модуля*, а также о модулях как технической сущности сборных элементов и систем из них; содержит как составную часть нормативно-стандартные положения о геометрической (см. *Модуль геометрический*) модульности по МКПС. Критерий истинности и основа развития Т.о.м. – практика типового *архитектурно-строительного проектирования*; взаимосвязана с *теорией заменяемости обобщенной* как соответственно содержание и форма сборных элементов и систем.

**ТИПИЗАЦИЯ** – рациональное сокращение числа изделий и объектов про-

мысленного строительного производства в отношении их формо-качественных параметров, характеристик, показателей и т.п. (т.е. типов); Т. – метод стандартизации, обеспечивающий элементам серийного промышленного производства свойства *взаимо-, разно- и амбизаменяемости*; взаимосвязана с унификацией и сходится с ней как противоположность (по ограничению количественно-содержательных параметров и в др.).

**УКРУПНЕННО-ДРОБНЫЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ** и др. сборных элементов и систем – форма совмещения укрупненных и drobных модульных унифицированных размеров и др. характеристик, составляющих унифицированно-подобные ряды габаритных и др. параметров сборных систем и элементов для них типа: 6,1; 6,2; 6,3 м и т.д.

**УНИФИКАЦИЯ** – рациональное сокращение числа изделий и объектов промышленного строительного производства в отношении их количественно-содержательных параметров, характеристик, показателей и т.п. (т.е. типоразмеров); У. – метод стандартизации, обеспечивающий серийным элементам и системам свойства *взаимо-, разно- и амбизаменяемости*; взаимосвязана с типизацией и сходится с ней как противоположность (по ограничению формо-качественных характеристик и в др.).

**УРОВЕНЬ МНОГООБРАЗИЯ** – совокупная качественно-количественная и формо-содержательная характеристика *архитектурно-строительных систем сборных* в отношении их свойства *многообразия*; определяется *коэффициентом абсолютного многообразия* и *коэффициентом относительного многообразия*:

- **КОЭФФИЦИЕНТ АБСОЛЮТНОГО МНОГООБРАЗИЯ** – количественная характеристика уровня *унификации и типизации* в проекти-

ровании по *экспликационной методологии*; характеризуется отношением суммарного количества типов и типоразмеров *архитектурно-строительных элементов сборных* (номенклатуры) к возможному многообразию комбинаций в сборных архитектурно-строительных системах (каталоге);

- **КОЭФФИЦИЕНТ ОТНОСИТЕЛЬНОГО МНОГООБРАЗИЯ** – качественная характеристика уровня *унификации и типизации* в проектировании по *экспликационной методологии*; характеризуется отношением многообразия *архитектурно-строительных систем сборных* из разнозамеяемых элементов к многообразию *архитектурно-строительных систем сборных* из разнозамеяемых элементов при эквивалентном количестве элементов относительно количества образуемых систем.

**ФОРМЫ РАЗНОЗАМЕЯЕМОСТИ** – разновидности реализации свойства *разнозамеяемости* архитектурными, конструктивными и технологическими (АКТ-) средствами при создании или преобразовании сборных и др. архитектурно-строительных систем. Различаются Ф.р. по степени отступления от формально-логических признаков *разнозамеяемости*: *формальная, неформальная* (вместе – *номинальная*) и *неноминальная*:

- **РАЗНОЗАМЕЯЕМОСТЬ ФОРМАЛЬНАЯ** – форма *разнозамеяемости* сборных элементов с образованием различий в сборных архитектурно-строительных системах, соответствующая формальным основаниям (блокам существующих АКТ-признаков, семантических денотат) *квадрата диалектического замеемости* сборных элементов серийного промышленного производства;
- **РАЗНОЗАМЕЯЕМОСТЬ НЕФОРМАЛЬНАЯ** – форма *разно-*

заменяемости сборных элементов, содержащая в образуемых архитектурно-строительных системах различные отступления от формальных оснований (блоков АКТ-признаков, семантических денотат) *квадрата диалектического заменяемости* сборных элементов серийного промышленного производства;

- **РАЗНОЗАМЕНЯЕМОСТЬ НОМИНАЛЬНАЯ** – форма разнозаменяемости, содержащая разнозаменяемость *формальную* и *неформальную* в совокупности;

**РАЗНОЗАМЕНЯЕМОСТЬ НЕНОМИНАЛЬНАЯ** – форма разнозаменяемости, соответствующая полному отходу от формально-логических оснований (признаков) *квадрата диалектического заменяемости* сборных элементов промышленного производства, когда заменяемость в ИСС осуществляется не по материально-вещественным признакам сборности элементов (ТУ), а по другого рода основаниям (социальным мотивам, экономическим, требованиям и т.п.). Между *разнозаменяемостью формальной* и Р.н. можно выделить «переходные» от полносборных к несборным архитектурно-строительным ИСС – мелкоштучным, монолитным, комбинированным (например, сборно-монолитным, сборно-штучным, штучно-монолитным и тп.) и альтернативным вплоть до кустарного (неиндустриального) и уникального (несерийного) изготовления.

**ШТУЧНОСТЬ** – свойство изделий серийного промышленного производства, выражающееся атрибутивными признаками структурной цельности, исчисляемости натуральным рядом чисел, самостоятельностью существования, возможностью быть составной частью большего целого, изменения собственного положения и местонахождения, а также предварительным изготовлением; противоположное Ш. свойство – монолитность.

**ЭКСПЛИКАЦИОННАЯ МЕТОДОЛОГИЯ** архитектурно-строительного проектирования – результат *логикометодологической экспликации* нормативно-стандартных основ типового архитектурно-строительного проектирования, содержащих Модульную координацию размеров в строительстве (МКРС) и свойство, методы, принцип *взаимозаменяемости*. Э.-м.о. содержат *Обобщенную модульную координацию в строительстве (ОМКС)*, свойство, методы и принцип *амбизаменяемости*, другие методические положения.

**ЭЛЕМЕНТАРИЗМ** – материалистическая концепция, согласно которой все различия предметов (здесь: *архитектурно-строительных систем сборных* и др.) происходят от различий в сочетаниях материальных элементов (здесь: *архитектурно-конструктивных элементов сборных*), образующих эти предметы. Э. применен совместно с диалектикой и представляется также как метод научного исследования (в частности, на *теоретической модели развития ИСС*) и метод конструирования (например, для образования составных строительных конструкций из разнозаменяемых элементов).

**ЭФФЕКТ МНОГООБРАЗИЯ** – техническое явление, характеризующееся возникновением в *архитектурно-строительных системах сборных* нового, дополнительного или «сверхсуммарного» результата в образовании в них существенных различий (не тождеств) вследствие процесса их развития. Э.м. проявляется в системах из взаимозаменяемых элементов, но многократно результативнее – из разнозаменяемых. Причина Э.м. – метаморфоза тождественных сборных систем в различные в результате накопления в них качественно-количественных и формо-содержательных изменений во *взаимосвязи, взаимодействиях* сборных элементов в системах разного состава сложности.



Приложение Б

**ИСПОЛЬЗОВАННАЯ  
ОТЕЧЕСТВЕННАЯ И  
ЗАРУБЕЖНАЯ ПАТЕНТНАЯ  
ИНФОРМАЦИЯ**

Страна МКИ Е 04В,С,Н	№№ авт.свид. патентов	Год опубли- кования
Велико- британия	1266174	1972
	1267807	«
	13434336	1974
ГДР	238822	1987
РФ	2000398	1992
	2052592	1996
СССР	813	1924
	542	1925
	2950	1927
	43879	1930
	55785	"
	40847	1934
	89310	1940
	83784	1949
	125025	1959
	142407	1961
	262023	1970
	316829	1971
	361265	1973
	503013	1976
	526697	"
	614204	1978
	628260	"
	634006	"
	655794	1979
	657158	"
	662673	"
	724662	1980
	727792	"
	727818	"
	757669	"
	759690	"
	765474	"
	773222	"
	777185	"
	779535	1980
	791870	"
	796340	1981
	796377	"
	800314	"

Страна МКИ Е 04В,С,Н	№№ авт.свид., патентов	Год опубли- кования
	804804	"
	808614	"
	821666	"
	831936	"
	838043	"
	846683	"
	855144	"
	887879	"
	894130	"
	916684	1982
	947365	"
	958240	"
	958612	"
	975983	"
	983237	"
	990991	"
	1946444	1983
	1965559	1984
	1090817	"
	109818	"
	1114774	"
	1145111	1985
	1171588	"
	1198176	"
	1201444	"
	1252454	"
	1260475	1986
	1298323	1987
	1357514	"
	1368403	1988
	1539275	1990
	1574747	«
США	3566554	1969
	3629983	1971
	3638373	"
Украина	4638	1995
	10955	1996
Франция	2081206	1972
	2085608	"
	2104967	"
	2479309	"
ФРГ	1759411	1971
	2109864	1974
	3303190	1984
Япония	—	

## Приложение В

### ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ПУБЛИКАЦИИ АВТОРА

1. Цимбал А.Д., Романенко И.И. Временные сборно-разборные здания из унифицированных типовых секций // Проектирование и строительство угольных предприятий: Науч.-техн. реф. сб. / ЦНИЭИуголь. – М., 1968. – Вып. 6 (114 ). – С. 43—48.
2. Романенко И.И. Инвентарным зданиям – новое качество // Строительство предприятий угольной промышленности: Науч.-техн. реф. сб. / ЦНИЭИуголь, ЦБНТИ Минуглепрома УССР. – М., 1977. – Вып. 2 (217). – С. 5.
3. Романенко И.И., Брегман Г.М. Универсальные секции-пакеты сборно-разборных зданий шахтной поверхности // Шахтное строительство.–М.: Недра, 1978. – № 12. – С. 15—17.
4. Романенко И.И., Брегман Г.М. Организация серийного производства и прокатных баз инвентарных зданий // Строительство предприятий угольной промышленности: Науч.-техн. реф. сб. / ЦНИЭИуголь, ЦБНТИ Минуглепрома УССР. – М., 1979. – №2. – С. 16—17.
5. Романенко И.И. О принципах унификации и типизации в сельскохозяйственном строительстве // Сб. н. тр.: Строительные конструкции сельскохозяйственных зданий и сооружений / МИИСП. – М., 1979. – С. 63—68.
6. Романенко И.И. Покрытие производственного здания: Информ. листок о науч.-техн. достижениях / УкрНИИ науч.-техн. информ. и техн.-эконом. исслед. Госплана УССР, Харьковский межотраслевой террит. ЦНТИ, 1985. – № 85—76.
7. Романенко И.И. Перегородка: Информ. листок о науч.-техн. достижении / УкрНИИ науч.-техн. информ. и техн.-эконом. исслед. Госплана УССР, Харьковский межотраслевой террит. ЦНТИ, 1985. – № 85—89.
8. Романенко И.И. Способ возведения фундамента малоэтажных зданий, сооружений: Информ. листок о науч.-техн. достижениях / УкрНИИ науч.-техн. информ. и техн.-эконом. исслед. Госплана УССР, Харьковский межотрасл. террит. ЦНТИ, 1986. – № 86—112.
9. Романенко И.И. Конструктивная реализация принципа разнотипности при проектировании сельскохозяйственных зданий // Сб. н. тр.: Совершенствование методов проектирования, изготовления и возведения сельскохозяйственных сооружений / МИИСП. – М., 1986. – С. 11—14.
10. Романенко И.И. Основные положения методики расчета разнотипных конструкций // Сб. н. тр.: Исследование оснований и конструкций сельскохозяйственных сооружений и методов их изготовления и проектирования / МИИСП. – М., 1987. – С.18—22.
11. Романенко И.И. Совершенствование конструктивных решений торцевых стен промышленных зданий // Сб.: XXV науч.-техн. конференция преп., аспирантов и соотр. Харьковского ин-та инж. городского хозяйства / Харьковское обл. правление НТО Стройиндустрии, общ-во «Знание», 1990. – С. 42.
12. Романенко И.И. Сборно-разборные здания: Учеб. пособие. – К.: УМК ВО, 1992.
13. Романенко И.И. Конструктивные решения (альтернативные) по реконструкции крупнопанельных пятиэтажных жилых домов // Сб. н. тр.: Повышение эффективности и надежности систем городского хозяйства / ХГАГХ. – К.: ИСИО, 1994. – С. 36—38.
14. Романенко И.И. Крупнопанельні п'ятиповерхові житлові будинки (підсилення, реконструкція, модернізація): Навч. посібник. – К.: ІСДО, 1995.

15. Романенко И.И. «Нестандартное» применение сборных типовых изделий как форма повышения эффективности конструктивно-строительных систем // Сб.н.тр.: Эксплуатация и ремонт зданий и сооружений городского хозяйства / ХГАГХ. – К.: ИСИО, 1995. – С. 58—61.
16. Романенко И.И. О методологических основах архитектурно-строительного проектирования // Сб.: XXVIII науч.-техн. конференция преп., аспирант. и сотр. Харьковской гос. академии городского хозяйства: Строительство и экология. – Харьков, 1996. – С. 79—80.
17. Романенко И.И. Проектирование реконструкции и строительства объектов коммунального хозяйства на основе обобщенной модульной системы // Коммунальное хозяйство городов: Респ. межвед. науч.-техн. сб. – К.: Техніка, 1996. – Вып.5. – С. 74—75.
18. Романенко И.И. Теоретическая модель развития сборных архитектурно-строительных систем // Коммунальное хозяйство городов: Респ. межвед. науч.-техн. сб. – К.: «Техніка», 1997. – Вып. 7. – С. 4—5.
19. Романенко И.И. Технический эффект многообразия в сборных архитектурно-строительных системах // Коммунальное хозяйство городов: Респ. межвед. науч.-техн. сб. – К.: «Техніка», 1997. – Вып. 7. – С. 8—10.
20. Романенко И.И. Диалектический квадрат заменяемости в методологических основах проектирования архитектурно-строительных систем // Коммунальное хозяйство городов: Респ. межвед. науч.-техн. сб. – К.: «Техніка», 1997. – Вып. 7. – С. 10—13.
21. Романенко И.И. Модульная координация в строительстве в диалектическом анализе // Коммунальное хозяйство городов: Респ. межвед. науч.-техн. сб. – К.: «Техніка», 1997. – Вып. 9. – С. 27—28.
22. Романенко И.И. Закон многообразия сборных архитектурно-строительных систем // Коммунальное хозяйство городов: Респ. межвед. науч.-техн. сб. – К.: «Техніка», 1997. – Вып. 9. – С. 179—180.
23. Романенко И.И. Методологическая экспликация взаимозаменяемости в сборных архитектурно-строительных системах // Сб. н. тр.: Науковий вісник будівництва. – Харьков: ХДТУБА, ХОТБ АБУ, 1997. – Вып.1 – С. 93—94.
24. Романенко И.И. Диалектические методы разнотипности в развитии сборных архитектурно-строительных систем // Коммунальное хозяйство городов: Респ. межвед. науч.-техн. сб. – К.: «Техніка», 1997. – Вып. 11. – С. 75—79.
25. Романенко И.И. Разнотипность структурных модулей с модульными теплотехническими свойствами // Коммунальное хозяйство городов: Респ. межвед. науч.-техн. сб. – К.: «Техніка», 1997. – Вып. 11. – С. 159—163.
26. Романенко И.И. Об источнике многообразия сборных систем в архитектурно-строительном проектировании // Сб. н. тр.: Науковий вісник будівництва. – Харків: ХДТУБА, ХОТБ АБУ, 1998. – Вып. 2 – С. 151—152.
27. Романенко И.И. Систематизация факторов многообразия промышленных архитектурно-строительных систем // Сб. н. тр.: Науковий вісник будівництва. – Харків: ХДТУБА, ХОТБ АБУ, 1998. – Вып. 2 – С. 152—159.
28. Романенко И.И. Теоретическая модель обобщенной модульной координации сборных архитектурно-строительных систем // Сб. н. тр.: Науковий вісник будівництва. – Харків: ХДТУБА, ХОТБ АБУ, 1998. – Вып. 2 – С. 160—168.
29. Романенко И.И. Основы типологии зданий и сооружений как индустриально-строительных систем // Вісник Харківського художньо-промислового інституту. – Харків: ХХПІ, 1998. – Вып. 1. – С. 308—311.

30. Романенко И.И. Терминология экспликационно-методологических основ проектирования индустриально-строительных систем // Сб. н. тр.: Науковий вісник будівництва. – Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 1998. – Вип. 4. – С. 195—191.
31. Романенко И.И. Методические положения концепции обобщенного модуля в типовом проектировании // Сб. н. тр.: Науковий вісник будівництва. – Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 1999. – Вип. 7. – С. 192—198.
32. Романенко И.И. Систематизация архитектурно-строительных модулей в типовом проектировании // Сб. н. тр.: Науковий вісник будівництва. – Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 1999. – Вип. 8. – С. 4—8.
33. Романенко И.И., Радченко С.В. Методические положения по совершенствованию типовых конструкций каркаса межвидового применения для многоэтажных зданий // Коммунальное хозяйство городов: Респ. межвед. науч.-техн. сб. – К.: «Техніка», 2000. – Вип. 22. – С. 13—19.
34. Романенко И.И. Содержание диалектического квадрата заменяемости элементов в сборных индустриально-строительных системах (ИСС) // Сб. н. тр.: Науковий вісник будівництва. – Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2000. – Вип. 9. – С. 245—254.
35. Романенко И.И. Оценка уровня унификации и типизации при проектировании индустриально-строительных систем (ИСС) // Сб. н. тр.: Науковий вісник будівництва. – Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2001. – Вип. 14. – С. 64—70.
36. Романенко И.И. Реконструкция крупнопанельных пятиэтажных домов ПМС как научно-техническая проблема // Коммунальное хозяйство городов: Респ. межвед. науч.-техн. сб. – К.: «Техніка», 2000. – Вип. 25. – С. 114—119.
37. Романенко И.И., Романенко Е.И. Направления реконструкции полносборных пятиэтажных домов массового жилищного строительства // Коммунальное хозяйство городов: Респ. межвед. науч.-техн. сб. – К.: «Техніка», 2000. – Вип. 25. – С. 119—124.
38. Романенко И.И. Методы разнотипности в проектировании индустриально-строительных систем (ИСС) // Коммунальное хозяйство городов: Респ. межвед. науч.-техн. сб. – К.: «Техніка», 2001. – Вип. 30. – С. 108—117.
39. Романенко И.И. Предумови нового етапу в розвитку проектування індустріально-будівельних систем (ІБС) // Коммунальное хозяйство городов: Респ. межвед. науч.-техн. сб. – К.: «Техніка», 2001. – Вип. 33. – С. 34—39.
40. Романенко И.И., Гордієнко С.М. Підвищення ролі інтегральної типології індустріалізованих систем в управлінні якістю проектів // Коммунальное хозяйство городов: Респ. межвед. науч.-техн. сб. – К.: «Техніка», 2002. – Вип. 36. – С. 72—75.
41. Романенко И.И. Складові теорії заміності щодо їх інтеграції в методології проектування ІБС // Коммунальное хозяйство городов: Респ. межвед. науч.-техн. сб. – К.: «Техніка», 2002. – Вип. 38. – С. 26—36.
42. Романенко И.И. Складові теорії узагальненої модульності щодо їх інтеграції в методології проектування ІБС // Коммунальное хозяйство городов: Респ. межвед. науч.-техн. сб. – К.: «Техніка», 2002. – Вип. 42. – С. 6—14.
43. Романенко И.И. Систематизация методов разнотипности в образовании многообразия ИСС // Вісник Харківської державної академії дизайну і мистецтв. – Харків: ХДАДМ, 2002. – Вип. 4. – С. 47—54.
44. Романенко И.И. Классификация и описание многообразия АКТС, ИСС // Вісник Харківської державної академії дизайну і мистецтв. – Харків: ХДАДМ, 2002. – Вип. 4. – С. 47—54.

45. Романенко И.И. Методология типового проектирования ИСС: заменяемость и обобщенная модульность // Рациональные энергосберегающие конструкции, здания и сооружения в строительстве и коммунальном хозяйстве: Сб. н. тр. Международной науч.-практ. конференция – Белгород: Изд-во БелГТАСМ, 2002.–Ч.1–С.184–194.
46. Романенко И.И. Идентификационная характеристика частных форм заменяемости сборных элементов в ИСС // Вісник Харківської державної академії дизайну і мистецтв. – Харків: ХДАДМ, 2002. – Вип. 11. – С. 78—86.
47. Романенко І.І., Гордієнко С.М. Індивідуалізація житлових будівель на базі типового каркаса міжвидового застосування в умовах сталого розвитку міст // Коммунальное хозяйство городов: Респ. межвед. науч.-техн. сб. – К.: «Техніка», 2003. – Вип. 49. – С. 326—331.
48. Романенко И.И., Гордиенко С.Н. Адаптация типовых плит перекрытий к межвидовому каркасу серии 1.020-1/87 для использования ее в жилой застройке городов // Актуальные проблемы градостроительства и жилищно-коммунального комплекса. Международная науч.-практ. конференция 15—16 мая 2003 г. – М.: МИКХиС, 2003. – С. 55—60.
49. Романенко І.І. Вірифікація методології індустріалізованих будівельних систем проектування // Коммунальное хозяйство городов: Респ. межвед. науч.-техн. сб. – К.: «Техніка», 2005. – Вип. 63. – С. 30—35.
50. Романенко І.І., Гордієнко С.М. і ін. Варіантна житлова система на базі модифікацій міжвидового каркаса серії 1.020-1/87. // Коммунальное хозяйство городов: Респ. межвед. науч.-техн. сб. – К.: «Техніка», 2005. – Вип. 66. – С. 184—196.
51. Романенко І.І. Основні складові методології проектування індустріалізованих будівельних систем // Коммунальное хозяйство городов: Респ. межвед. науч.-техн. сб. – К.: «Техніка», 2006. – Вип. 67. – С. 141—145.
52. Романенко І.І., Гордієнко С.М. Огляд габаритних і вантажних параметрів міжвидового каркаса с.1.020-1/87 для варіантної житлової системи // XXXIII науч.-техн. конференция преп., асп. и сотр. Харьковской национальной академии городского хоз-ва. Ч. 1: Строительство, архитектура, экология. – Харьков, 2006.–С. 5—7.

## Приложение Г

### ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ АВТОРА

1. А.с. 604907 СССР, МКИ Е 02D 27/34. Способ возведения фундамента малоэтажных зданий, сооружений / И.И. Романенко (СССР). – № 1957651/29-33; Заявлено 03.09.73; Опубл. 30.04.78, Бюл. № 16.
2. А.с. 636325 СССР, МКИ Е 02D 27/00, Е 02D 17/00. Искусственное основание здания, сооружения / И.И. Романенко (СССР). – № 2489390/29-33; Заявлено 01.06.77; Опубл. 05.12.78, Бюл. № 45.
3. А.с. 659698 СССР, МКИ Е 04В 1/343. Секция сборно-разборного здания / И.И. Романенко и И.В. Олигов (СССР). – № 2465846/29-33; Заявлено 23.03.77; Опубл. 30.04.79, Бюл. № 16.
4. А.с. 711245 СССР, МКИ Е 04В 1/343. Унифицированная секция сборно-разборного здания / И.В. Олигов, И.И. Романенко и др. (СССР). – № 2454818/29-33; Заявлено 21.02.77; Опубл. 25.01.80, Бюл. № 3.
5. А.с. 718557 СССР, МКИ Е 02D 27/42. Опора стойки рамы / И.В. Олигов, И.И. Романенко и др. (СССР). – № 2654589/29-33; Заявлено 14.08.78; Опубл. 28.02.80, Бюл. № 8.
6. А.с. 721514 СССР, МКИ Е 04Н 1/12, Е 04В 1/343. Секция сборно-разборного здания / И.И. Романенко и др. (СССР). – № 2562333/29-33; Заявлено 02.01.78; Опубл. 15.03.80, Бюл. № 10.
7. А.с. 724638 СССР, МКИ Е 02D 27/44. Фундамент под оборудование / И.И. Романенко (СССР). – № 2664306/29-33; Заявлено 12.09.78; Опубл. 30.03.80, Бюл. № 12.
8. А.с. 740918 СССР, МКИ Е 04В 1/343. Складная секция сборно-разборного здания / И.И. Романенко, И.В. Олигов и др. (СССР). – № 2067425/29-33; Заявлено 14.10.74; Опубл. 15.06.80, Бюл. № 22.
9. А.с. 755992 СССР, МКИ Е 06В 9/00. Защитная штора / И.И. Романенко (СССР). – № 2589179/29-33; Заявлено 13.03.78; Опубл. 15.08.80, Бюл. № 30.
10. А.с. 787608 СССР, МКИ Е 06В 9/00. Ограждение проема / И.И. Романенко (СССР). – № 2726104/29-33; Заявлено 19.02.79; Опубл. 15.12.80, Бюл. № 46.
11. А.с. 796353 СССР, МКИ Е 04С 2/26. Панель ограждения сборно-разборных зданий и сооружений / И.И. Романенко (СССР). – № 2736303/29-33; Заявлено 11.03.79; Опубл. 15.01.81, Бюл. № 2.
12. А.с. 844703 СССР, МКИ Е 04В 1/343. Складная секция здания / И.И. Романенко, И.В. Олигов и др. (СССР). – № 2714265/29-33; Заявлено 15.01.79; Опубл. 07.07.81, Бюл. № 25.
13. А.с. 853036 СССР, МКИ Е 04В 2/72. Перегородка / И.И. Романенко и др. (СССР). – № 2775444/29-33; Заявлено 05.06.79; Опубл. 07.08.81, Бюл. № 29.
14. А.с. 874915 СССР, МКИ Е 04В 1/343. Контейнерное трансформируемое здание / И.И. Романенко и др. (СССР). – № 2881029/29-33; Заявлено 11.02.80; Опубл. 23.10.81, Бюл. № 39.
15. А.с. 926158 СССР, МКИ Е 02D 27/16. Фундамент здания, сооружения / Е.В. Башкиров, И.И. Романенко, М.П. Журавченко и др. (СССР). – № 2881252/29-33; Заявлено 12.02.80; Опубл. 07.05.82, Бюл. № 17.
16. А.с. 926191 СССР, МКИ Е 04В 7/00. Покрытие здания / И.И. Романенко и др. (СССР). – № 2947828/29-33; Заявлено 27.06.80; Опубл. 07.05.82, Бюл. № 17.

17. А.с. 947282 СССР, МКИ Е 02D 5/44. Наконечник сваи / Е.В. Башкиров, И.И. Романенко, Б.М. Пыхтин и др. (СССР). – № 3252168/29-33; Заявлено 25.02.81; Опубл. 30.07.82, Бюл. № 28.
18. А.с. 947318 СССР, МКИ Е 04В 1/343. Контейнерное трансформируемое здание / И.И. Романенко (СССР). – № 3000239/29-33; Заявлено 03.11.80; Опубл. 30.07.82, Бюл. № 28.
19. А.с. 973752 СССР, МКИ Е 04С 3/08. Устройство для усиления балки / И.И. Романенко (СССР). – № 3225244/29-33; Заявлено 26.12.80; Опубл. 15.11.82, Бюл. № 42.
20. А.с. 983216 СССР, МКИ Е 04В 1/343, Е 04В 2/74. Складчатое стеновое ограждение / И.И. Романенко, В.А. Губкин и др. (СССР). – № 3283307/29-33; Заявлено 29.04.81; Опубл. 23.12.82, Бюл. № 47.
21. А.с. 998710 СССР, МКИ Е 04Н 7/22. Хранилище для сыпучих материалов / Е.В. Башкиров, И.И. Романенко и др. (СССР). – № 3302193/29-33; Заявлено 08.06. 81; Опубл. 23.02.83, Бюл. № 7.
22. А.с. 1032101 СССР, МКИ Е 02D 5/30, Е 02D 5/44. Свая / И.И. Романенко, Е.В. Башкиров, Б.М. Пыхтин и др. (СССР). – № 3368497/29-33; Заявлено 25.12.81; Опубл. 30.07.83, Бюл. № 28.
23. А.с. 1032103 СССР, МКИ Е 02D 5/44. Свая / Е.В. Башкиров и И.И. Романенко (СССР). – № 3400448/29-33; Заявлено 18.02.82; Опубл. 30.07.83, Бюл. № 28.
24. А.с. 1063941 СССР, МКИ Е 02D 27/01. Фундамент под трехшарнирную раму / Е.В.Башкиров, И.И. Романенко, Б.М. Пыхтин и др. (СССР). – № 3459859/29-33; Заявлено 29.06.82; Опубл. 30.12.83, Бюл. № 48.
25. А.с. 1087620 СССР, МКИ Е 02D 27/00. Ступенчатый фундамент / И.И. Романенко и Е.В. Башкиров (СССР). – № 3399945/29-33; Заявлено 22.02.82; Опубл. 23.04.84, Бюл. № 15.
26. А.с. 1165754 СССР, МКИ Е 04В 1/18, 1/24. Способ образования рам / И.И. Романенко (СССР). – № 3468773/29-33; Заявлено 13.07.82; Опубл. 07.07.85, Бюл. № 25.
27. А.с. 1196482 СССР, МКИ Е 04Н 5/08. Здание / И.И. Романенко, А.П. Череповский и др. (СССР). – № 3480033/29-33; Заявлено 05.08.82; Опубл. 07.12.85, Бюл. № 45.
28. А.с. 1206395 СССР, МКИ Е 02D 27/01. Фундамент под распорную конструкцию/ И.И. Романенко и М.П. Журавченко (СССР). – № 3722888/29-33; Заявлено 06.04.84; Опубл. 23.01.86, Бюл. № 3.
29. А.с. 1227796 СССР, МКИ Е 06В 9/00. Защитное ограждение проема в стене / И.И.Романенко и др. (СССР). – № 3702886/29-33; Заявлено 29.12.83; Опубл. 30.04.86, Бюл. № 16.
30. А.с. 1244264 СССР, МКИ Е 04Н 5/08. Здание / И.И. Романенко (СССР). – № 3517895/29-33; Заявлено 03.12.82; Опубл. 15.07.86, Бюл. № 26.
31. А.с. 1249134 СССР, МКИ Е 04Н 5/00. Одноэтажное здание / И.И. Романенко и др. (СССР). – № 3618265/29-33; Заявлено 13.07.83; Опубл. 07.08.86, Бюл. № 29.
32. А.с. 1265270 СССР, МКИ Е 04В 1/343. Секция сборно-разборного здания / И.И. Романенко и др. (СССР). – № 3860692/29-33; Заявлено 21.01.85; Опубл. 23.10.86, Бюл. № 39.
33. А.с. 1284476 СССР, МКИ А 01К 5/00. Кормушка / И.И. Романенко, М.П. Журавченко и др. (СССР). – № 3782004/30-15; Заявлено 10.08.84; Опубл. 23.01.87, Бюл. № 3.

34. А.с. 1454923 СССР, МКИ Е 04В 1/38, 1/60, 7/02. Узел соединения плит покрытия с пролетной конструкцией / И.И. Романенко и др. (СССР). – № 4255987/29-33; Заявлено 03.06.87; Оpubл. 30.01.89, Бюл. № 4.
35. А.с. 1472596 СССР, МКИ Е 04В 1/343. Передвижной трансформируемый жилой блок / И.И. Романенко, В.А. Козин и др. (СССР). – № 4207829/29-33; Заявлено 10.03.87; Оpubл. 15.04.89, Бюл. № 14.
36. А.с. 1550056 СССР, МКИ Е 04В 2/90, Е 04Н 5/00. Торцовая стена промышленного здания / И.И. Романенко (СССР). – № 4269432/31-33; Заявлено 23.04.87; Оpubл. 15.03.90, Бюл. № 10.
37. А.с. 1569389 СССР, МКИ Е 02D 27/01. Стыковое соединение колонны с фундаментом / И.И. Романенко (СССР). – № 3733846/23-63; Заявлено 06.02.84; Оpubл. 07.06.90, Бюл. № 21.
38. А.с. 1617106 СССР, МКИ Е 04В 1/18. Сборный каркас многоэтажного здания / И.И. Романенко, В.А. Губкин и др. (СССР). – № 44261192/23-33; Заявлено 17.05.88; Оpubл. 30.12.90, Бюл. № 48.
39. А.с. 1633053 СССР, МКИ Е 01С 5/00. Способ возведения монолитных бетонных покрытий / И.И. Романенко и др. (СССР). – № 4083890/63; Заявлено 30.06.86; Оpubл. 07.03.91, Бюл. № 9.
40. А.с. 1636558 СССР, МКИ Е 04 G 21/26. Пирамида для временного складирования строительных панелей / М.П. Журавченко, И.И. Романенко и др. (СССР). – № 4623203 /33; Заявлено 21.12.88; Оpubл. 23.03.91, Бюл. № 11.
41. А.с. 1652475 СССР, МКИ Е 04В 1/18. Продольная рама каркаса многоэтажного здания / И.И. Романенко (СССР). – № 4363695/33; Заявлено 13.01.88; Оpubл. 30.05.91, Бюл. № 20.
42. А.с. 1686083 СССР, МКИ Е 04В 1/04. Одноэтажное здание / И.И. Романенко (СССР). – № 4651678/33; Заявлено 15.02.89; Оpubл. 23.10.91, Бюл. № 39.
43. А.с. 1728451 СССР, МКИ Е 04Н 9/02, Е 02D 27/32, Е 04В 1/02. Здание, возводимое на пучинистых грунтах / И.И. Романенко (СССР). – № 4801204/33; Заявлено 14.03.90; Оpubл. 23.04.92, Бюл. № 15..
44. Пат. 1768046 СССР, МКИ В 32В 13/02. Способ изготовления многослойной стеновой панели / Романенко И.И.; Журавченко М.П. и др. (СССР). – № 4839104/ /33; Заявлено 14.06.90; Не публикуется.
45. А.с. 1793032 СССР, МКИ Е 04Н 5/08, 15/36, Е 04В 1/32. Покрытие культивационного сооружения / И.И. Романенко и др. (СССР). – № 4875993/33; Заявлено 22.10.90; Оpubл. 07.02.93, Бюл. № 5.
46. Пат. 1823907 СССР, МКИ Е 04G 23/00. Реконструируемый многоэтажный крупнопанельный жилой дом / Романенко И.И. (СССР). – № 4933617/33; Заявлено 05.05.91; Оpubл. 23.06.93, Бюл. № 23.
47. А.с. 1824489 СССР, МКИ Е 02D 5/44. Наконечник сборной сваи / И.И. Романенко, М.П. Журавченко и др. (СССР). – № 4917288/33; Заявлено 06.03.91; Оpubл. 30.06.93, Бюл. № 24.
48. Пат. 2004742 РФ, МКИ Е 04G 23/00. Реконструируемый многоэтажный крупнопанельный жилой дом / Романенко И.И., Покозий С.И. и др. (Украина). – № 4923530/33; Заявлено 01.04.91; Оpubл. 15.12.93, Бюл. № 45-46.



49. Пат. 2005144 РФ, МКИ Е 04В 2/90. Торцевая стена каркасно-панельного здания / Романенко И.И. (Украина). – № 4948402/33; Заявлено 20.05.91; Оpubл. 30.12. 93, Бюл. № 47—48.
50. Пат. 2008426 РФ, МКИ Е 04Н 15/20. Перегородка / Романенко И.И и др.(Украина). – № 4876240/33; Заявлено 29.10.90; Оpubл. 28.02.94, Бюл. № 4.
51. Пат. 2020220 РФ, МКИ Е 04С 3/44. Полурама трехшарнирной рамы / Романенко И.И. (Украина). – № 4948421/33; Заявлено 20.05.91; Оpubл. 30.09.94, Бюл. №18.
52. Пат. 2026918 РФ, МКИ Е 02D 27/12, 5/30. Сборный фундамент / Романенко И.И., Журавченко М.П. (Украина). – № 5040540/33; Заявлено 29.04.92; Оpubл. 20.01.95, Бюл. № 2.
53. Пат. 2047709 РФ, МКИ Е 04В 2/72. Навесная перегородка / Романенко И.И., Гаргагый А.И. и др. (Украина). – № 4931963/33; Заявлено 29.04.91; Оpubл. 10.11.95, Бюл. № 31.
54. Пат. 12510 України, МКВ Е 04G 23/00. Житловий комплекс з багатоповерхових крупнопанельних будинків, які реконструюються / Семенов В.Т.; Романенко І.І. (Україна). – № 93005423; Заявлено 05.07.93; Оpubл. 28.02.97, Бюл. №1.
55. Пат. 13777 України, МКВ Е 04G 23/00. Багатоповерховий крупнопанельний житловий будинок, що реконструюється / Романенко І.І.; Семенов В.Т. (Україна). – № 93005335; Заявлено 05.07.93; Оpubл. 25.04.97, Бюл. №2.
56. Пат. 17566 України, МКВ Е 04G 23/00. Багатоповерховий крупнопанельний житловий будинок, що реконструюється / Романенко І.І.; Семенов В.Т. (Україна). – № 93006685; Заявлено 21.12.93; Оpubл. 06.05.97, Бюл. № 3.
57. Пат. 18203 України, МКВ Е 04G 23/00. Багатоповерховий повноскладний житловий будинок, що реконструюється / Романенко І.І.; Семенов В.Т. (Україна). – № 93006684; Заявлено 21.12.93; Оpubл. 25.12.97, Бюл. № 6.
58. Пат. 5983 України, МКВ 04 1/18. Спосіб зведення житлових багатоповерхових каркасних будівель / Романенко І.І., Гордієнко С.М. (Україна). – № 2004032278; Заявлено 29.03.2004; Оpubл. 15.04.2005. Бюл. № 4.

## АНОТАЦІЯ

Типове проектування з початку індустріалізації було спрямовано на ліквідацію багатоманітності будівель і споруд з метою підвищення ефективності масового будівництва. Проблема їх одноманітності, що виникла, набуває нагальності з переходом на збірний напрямок індустріалізації з боку багатомономенклатурності конструкцій. Численні методи уніфікації та типізації у проектуванні забезпечували скорочення номенклатури, але бажаного розв'язання проблеми «одноманітності будівель та багатомономенклатурності елементів» не сталося. Цьому перешкоджало адміністрування в розвитку основ проектування, однобічна індустріалізація у збірному напрямку. Але найголовніше, що спричинило врешті «вичерпаність» основ – брак системного підходу, який ґрунтується на діалектичному методі, без чого неможливе формування методології, єдиної для архітекторів, будівельників і технологів.

При кризі у будівельній галузі (з 1991 р.), що є найгострішою для підприємств збірної промисловості, усунення причин гальмування різних напрямків індустріалізації є вельми актуальним. Проте, зрушення в типовому проектуванні можливе на підставі щонайвищого рівня виробництва, який мав саме збірний напрямок. Тобто методологічну експлікацію (розгорнуту, інакше тлумачну заміну застарілих положень новими) можна здійснити розвитком теоретичних основ, що були.

Історично-логічний аналіз основ типового проектування та індустріалізованого будівництва показав відсутність разових ґносеологічних (пізнавальних) архітектурно-конструктивно-технологічних (АКТ-) засновків, обумовлену розмежуванням єдиної галузі знань та виробництва, хибність термінів (типізації та уніфікації, індустріалізації та ін.), і понять (про типове проектування, збірність тощо), недостатність типології будівель і споруд з-за відсутності в ній «першопочатку» ділення атрибутивних ознак їх властивостей, механістичність взаємозамінності й однобічність модульності, недостатня узгодженість їх взаємозв'язку і таке інше, тобто не сформованість основ саме як методології.

Розв'язання провідної проблеми «одноманітності та багатомономенклатурності» ґрунтується на науковій спадщині Стрелецького М.С. (1937, 1958, 1965) в галузі типізації та уніфікації будівельних конструкцій. У формуванні методології будівель і споруд як індустріалізованих будівельних систем (ІБС) враховано метод варіантного проектування Полянського А.Т. (1967; 1973), теорія комбінаторики й архітектоніки Божко Ю.Г. (1991). Проведено аналіз концепцій, теорій і методів в проектуванні, технології виробництва збірних виробів та органі-

зації зведення будівель та споруд. Застосовано доробки Авірома Л.С. (1971, 1981), Бережного М.Ф. (1968, 1973), Борисовського Г.Б. (1956), Булгакова С.М. (1988), Дюбека Л.К. (1970), Єжова В.І. (1974, 1981), Зальцмана А.М. (1945), Захарова В.В. (1958), Кікнадзе З.А. (1972, 1975), Маклакової Т.Г. (1987, 1988), Монфреда Ю.Б. (1978, 1989), Серка Л. А. (1945), Хазанова Д.Б. (1959, 1962, 1965), Хохлової Л.П. (1962, 1972, 1988), Шеренціса О.А. (1962) та ін. Застосовано методологічні положення з галузі машинобудування (Орлов П.І., 1977 і ін.). Об'єктом уваги був також світовий патентний фонд у пошуках АКТ-рішень, що містили будь-які ознаки заміненості та модульності.

Поставлено перше наукове завдання – розвиток положень про взаємозамінність; друге наукове завдання – те саме, щодо стандартної Модульної координації розмірів у будівництві (МКРБ). Прийнято гіпотезу, що єдність цих положень при їх розвитку у теорії, містить необхідні складові методології ІБС, що сприятимуть розв'язанню проблеми «одноманітності й багатоманітності».

Збірність розглядається як атрибутивна властивість промислових виробів, що є необхідною умовою вияву їх взаємозамінності. Згідно із визначенням, яке прийняте за формально логічне, *взаємозамінність* – це властивість незалежно виготовлених *одних і тих же* елементів та їх сполучень, що дозволяє встановлювати їх у процесі монтажу (складання чи заміни) без попередньої підготовки або доробки, *зберігаючи* усі технічні умови (ТУ), що висуваються до їх роботи. Взаємозамінність є також принципом і методами забезпечення заданих показників елементів та систем.

Збірним елементам притаманна певна сукупність АКТ-властивостей (архітектурних, конструктивних, технологічних і ін.), які містяться в цих елементах, так само, як і системам різного рівня складності з цих елементів. Тоді *першоосною* багатоманітності ІБС буде певний якісно-кількісний склад та формо-змістове вираження властивостей елементів, які враховуються під час проектування в усіх проектно-розрахункових даних, що забезпечують функціонування елементів у системах і останніх в цілому із задоволенням ТУ. Першооснова впливає з концепції елементаризму в діалектичному методі, згідно з якою всі відмінності речей походять від відмінностей у сполученнях матеріальних елементів, що утворюють ці речі. Комбінаторика тут теж присутня (через відмінності в сполученнях); є і варіантність (у результатах різних сполучень). *Першопричиною* багатоманітності систем є взаємозв'язок, взаємодія між елементами. Тоді *першоджерело* багатоманітності ІБС – єдність її першооснови та першопричини.

Прийняте першоджерело надає суттєвих змін в загальноприй-

нятих визначеннях багатьох понять в основах типового проектування – конструктивний елемент, індустріалізована будівельна система (ІБС), архітектурно-конструктивно-технологічна система (АКТС) тощо.

Елемент – початкова крайність системи; її кінцева крайність – будь-які ІБС за складом номенклатури елементів: для окремої будівлі, будівель одного типу, різних будівель однієї галузі і т.д. відповідно до етапів типізації та уніфікації, що були або, що можуть статися. Ідеальною кінцевою крайністю прийнято Галузевий каталог (*Каталог*) ІБС й відповідну Галузеву номенклатуру (*Номенклатуру*) елементів, що як дві підсистеми задовольнятимуть потреби суспільства у збірних і комбінованих з ними спорудах з якнайбільшою багатоманітністю при щонайменшій кількості різновидів промислових виробів.

З поняття взаємозамінності виходить, що типове проектування ґрунтуються на аксіомі: *однакові* збірні (типові й уніфіковані, стандартні) елементи мають *однакові* властивості. Це (в логіко-семантичному вигляді) прийнято за *аксіому тотожності*. Вона – наслідок регулювання проектування та виробництва стандартами, нормами і правилами, технологічними картами тощо. Проте взаємозамінність відповідно до визначення відбиває лише один бік з найбільш загальних та парно протилежних технічних категорій стосовно до будівельних властивостей, а саме – їх тотожність.

Виходить, що поняття взаємозамінності як поодинокі є механістичним, оскільки не відбиває протилежної категорії – *різниці*. Тому воно є невідповідним законам діалектики – єдності протилежностей, розвитку і ін, що суттєво впливає через теоретичні уявлення на фахову діяльність у проектуванні, гальмуючи вільний розвиток останнього.

Із введенням категорії різниці необхідне й відповідне їй технічне втілення. Воно полягає у властивості різнозамінності, яка об’єктивно існує у виробках як протилежність взаємозамінності. Тому визначення різнозамінності формально мусить бути контрарним взаємозамінності. Тобто *різнозамінність* – це властивість незалежно виготовлених *різних* збірних елементів та їх сполучень, що дозволяє встановлювати їх в процесі складання чи заміни без попередньої доробки, *змінюючи* сукупність ТУ, що висуваються до їх роботи. Це визначення також мусить узгоджуватися з якісно-кількісним складом та формозмістовним вираженням елементів і систем у їх взаємозв’язку, взаємодії. З поняттям різнозамінності знімається науково-технічне протиріччя, що існує з початку індустріалізації; тепер збірні елементи містять атрибутивно прийнятні та парно протилежні властивості взаємо- і різнозамінності як технічного явища.

Взаємо- і різнозамінність існують в єдності, що визначається як

*амбізамінність*, тобто єдність властивостей незалежно виготовлених елементів та їх сполучень (*однакових* та *різних*), що при складанні чи заміні задовольняють у системах без попередньої доробки певні ТУ (*однакові* та *різні*).

Отже, властивість замінності в методологічній експлікації нормативно-стандартних основ типового проектування будівель і споруд є за своїм змістом складнішою, а за обсягом ширшою від загально прийнятого уявлення. Вона містить у своїй ієрархії складових (взаємо-, різно-, амбі-) послідовну відміну нижчих рівнів, має іманентну природу розвитку. Це суттєво не тільки для академічного пояснення, але й для наукового обґрунтування, практичного застосування та подальшого теоретичного розвитку проектування ІБС.

Далі виходить, що на підставі стандартизації будівельного виробництва й АКТ-проектування можна сформулювати другу (протилежну) аксіому: *різні* збірні елементи мають *різні* наперед задані (проектні, розрахункові та будь-які натуральні) властивості. Це приймається за аксіому *різничі*.

Разом з першою аксіомою з'являється підстава для тези: номенклатура однакових і різних елементів дозволяє утворювати відповідно однакові й різні ІБС. Різноманітність також є не тільки властивістю елементів і систем, але й методами та принципом проектування.

Наведені аксіоми виходять з основ архітектурно-будівельного проектування, переважно з положень МКРБ. З введенням модульної координації напружено-деформованого стану несучих конструкцій, інших властивостей, що враховуються проектуванням, аксіоми тотожності й різничі *за формою* стануть відповідними аксіомами *за змістом*.

Проведено порівняльний аналіз обсягу та змісту понять, формальну і діалектичну систематизацію підпорядкування окремих форм замінності за АКТ-ознаками (логічними основами, семантичними денотатами) ТУ. Їх згруповано за чотирма збільшеними блоками, взаємозв'язок між якими подано як діалектичний квадрат замінності збірних елементів у складених системах промислового виробництва.

Пропонована діаграма (рис. 1) є мнемосхемою для наукового опису, роз'яснення і доведення, а також утворення реальної чи евентуальної (віртуальної) багатоманітності збірних систем. В ній протилежності збігаються з двох боків: *однаковими* елементами в системах можна задовольнити *різні* вимоги і, навпаки; *однакові* вимоги до систем можуть досягатися *різними* елементами і, навпаки. Тобто цим квадратом адекватно відбивається практика проектування збірних ІБС. Діалектичний квадрат містить складові формального; імітує взаємозв'язок, взаємодію якісно-кількісного складу та формо-змістовного вираження між збірними елементами та ІБС. Він дозволяє:

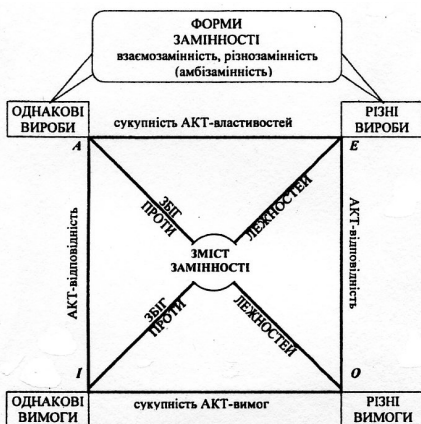


Рис. 1 – Діалектичний квадрат заміності елементів в збірних ІБС серійного промислового виробництва

в пізнавальному відношенні давати академічне пояснення і отримувати шляхи і засоби утворення одно- і різноманітності ІБС з промислових виробів; в науковому – забезпечувати теоретичне обґрунтування положень методології АКТ-проектування ІБС на діалектичних засадах; в практичному – збільшувати багатоманітність ІБС і скорочувати номен клатуру виробів. АКТ-забезпечення різних видів заміності елементів

(точність і контроль ТУ на геометричні параметри, речовинні характеристики, положення в ІБС тощо) знаходяться у взаємозв'язку при умові, що АКТ-суміщеністю взаємо- і різнозамінних елементів є можливість їх *стикування*, що забезпечує конгруентність їх поверхонь у стиках.

На графоаналітичній моделі досліджено *процес розвитку* ІБС як кумуляцію однакових та відмінних властивостей, що походять в ІБС з їх ускладненням (чи спрощенням) при взаємодії збірних і інших елементів. На моделі виявлено причини розбіжності між обсягом і змістом взаємозамінності відносно практики проектування. Доведено, зокрема, що взаємо- і різнозамінність елементів співіснують як прояв їх тотожності та різниці зі збігом у своїх протилежностях; елементи і системи завжди амбізамінні, це – їх атрибутивна ознака як промислових виробів; наявність чи відсутність будь-якої крайності – окремі випадки, що мають тенденцію виходу з них при взаємодії чи відсутності останньої; елементи та їх множини, а також системи з них є тотожними одне одному, якщо вони існують самі по собі та однакові за практично значущими ознаками в якісно-кількісному складі та формозмістовному вираженні і т.п. Окремо зазначено, що при взаємодії множини елементів у системі, вони є вже не такими ж самими виробами, а якимись іншими утвореннями. Формально це пояснюється пору-

шенням тотожності у властивостях і складі елементів та систем, а у діалектичному аспекті тут присутня метаморфоза, тобто якісно-кількісний та формо-змістовний «стрибок» початкової розрізненої сукупності елементів у зв'язану систему, яка нетотожна початковій. Такі метаморфози стало присутні на будь-якому рівні ускладнення ІБС, наприклад: окремі панелі – стіна з панелей – огорожа будівлі з панельних стін – номенклатура панелей даного типу будівель і т.д.

Виходить, що у розвитку ІБС діє окремий технічний *ефект багатоманітності*, як *технічне явище*, якому притаманне виникнення в системах нового, додаткового або «надсумарного» (якісно іншого, вищого) результату в утворенні певних відмінностей (нетотожностей) внаслідок взаємодії елементів (структур, систем, комплексів), що є амбізамінними. На такій підставі пропонуються засоби використання технічного ефекту в цілеспрямованому утворенні багатоманітності ІБС, «спеціалізованими» на різнозамінній складовій як найефективнішій.

Модель розглянуто у «зовнішньому» (*екзогенному*) і «внутрішньому» (*ендогенному*) спрямуванні розвитку багатоманітності методом елементарної диверсифікації, що в АКТ-відношенні є відповідно агрегуванням і конгломеруванням систем (підсистем), які в розвитку ІБС реалізується одночасно.

Виявлено певну кількість складових, впливових на змінність властивостей елементів і систем на різних стадіях їх існування, що необхідно для їх синтезування у збільшені чинники, які спричиняють різноманітність. Проведено перевірку істинності систематизації чинників різноманітності співставленням їх з категоріями світобудови («матерія», «простір», «час», «фух»). Завдяки цьому заповнені графи відповідними АКТ-властивостями елементів та ІБС. На цій підставі пропонується фрагментарно-матричний метод різноманітності ІБС.

Такими чином, проведеною методологічною експлікацією поняття взаємозамінності складено *теорію узагальненої заміності* ІБС. Це спричинило необхідність оновлення положень МКРБ.

Властивість заміності в діалектичному методі уявляється як *технічне явище*. Воно виявилось складнішим за номінальне уявлення. Протилежна категорія – *технічна сутність* щодо методології ІБС також повинна бути складнішою за формою та змістом. Технічною сутністю заміності є модульна координація, яка дає підстави для типізації та уніфікації елементів та ІБС. Це виходить з того, що заміність є похідною модульної координації, оскільки нею спричиняється.

Стандартна МКРБ – це координація розмірів у будівництві, тобто містить в собі лише геометричний початок. Вона відбиває *технічну*

*форму*, тому що стосується зовнішнього утворення об'єктів проектування. Виходить, що поняття модуля не відбиває внутрішнього інженерно-будівельного та іншого технічного змісту. А це є не автентичною інтерпретацією єдності парних категорій основами проектування.

Із введенням категорії змісту має знайти своє місце відповідне технічне втілення. Воно міститься в модульних інженерно-будівельних та інших фізико-технічних властивостях окремих виробів і систем з них. Тобто, щоб зняти протиріччя, необхідна *Узагальнена модульна координація у будівництві (УМКБ)*, що забезпечуватиме типізацію та уніфікацію не тільки за формою, але й за змістом, а саме: структурного складу ІБС з модульною несучою здатністю конструкцій, теплотехнічних властивостей елементів, що огорожують, проектно-розрахункових властивостей матеріалів, уніфікованих модульних величин навантажень на несучі елементи та площ навантажень на них і т.ін.

В узагальненому вигляді модульна координація одержує також більш складної форми та відповідного їй змісту елементів та систем. У методології ІБС більш повно відбиватимуться й інші парні категорії, зокрема, як найважливіші – «частина» й «ціле» у відношенні складу систем, їх структур, елементів або властивості адитивності ІБС з елементами, що мають модульні характеристики.

З необхідності перегляду визначення модуля, що закладений в основи проектування, було проаналізовано поняття модуля та похідні поняття з різних галузей науки і техніки, а також в будівництві в нашій країні і за кордоном. Визначено, що *модуль* взагалі – це адитивна матеріальна просторово-часова складова (розрахунково-теоретична або конструктивно-функціональна), що має атрибутивну властивість одиницності щодо вираження або утворення через неї більш складних цілих систем (пізнавальних або речовинних). Надано окремі визначення *модуля у розрахунково-теоретичному і конструктивно-функціональному вираженні* та, зокрема, *модуля як конструктивного елемента*.

Пропонований *узагальнений модуль* як підстава симпліфікації, типізації, уніфікації, нормалізації та стандартизації за геометричними, фізико-механічними, теплотехнічними, часовими та будь-якими іншими характеристиками ІБС, що мають властивості адитивності. Він може бути поданий у графічному (наприклад, креслення) та аналітичному вигляді; може бути уречевленим в будівництві, архітектурі, містобудуванні. Зрештою узагальнений модуль застосовуватиметься в різних своїх виявах у промисловому серійному виробництві.

Із введенням узагальненого модуля виникає відповідна *узагальнена модульна система* (як упорядкована сукупність методів, правил, прийомів) та *узагальнений модульний принцип* (як провідна ідея) в



АКТ-проектуванні. Пропонована УМКБ може реалізуватися у будь-яких значущих характеристиках якісно-кількісного складу і формо-змістовного вираження елементів та ІБС в їх взаємодії.

На підставі аналізу масиву винаходів, в яких був прояв модульності, під кутом зору різноманітності елементів та ІБС проведено систематизацію конструктивних, технологічних, розрахункових, компоновальних та інших методів утворення різноманітної модульності, яку подано за геометричним чинником багатоманітності.

Узагальнений модуль надає елементам та ІБС відповідність аксіомі тотожності й аксіомі різниці за інженерно-будівельним та іншим змістом. Гіпотеза першоджерела багатоманітності збірних систем одержує додаткове підтвердження.

Аналізом принципу *концентрації* матеріалів, який застосовувався з початку індустріалізації в напрямку збільшення геометричних параметрів за Єдиною модульною системою (СМС), доведено, що він в дійсності існує одночасно з протилежним принципом *розосередження* матеріалу. Тобто має місце один процес, що йде у протилежних напрямках *концентрації–розосередження*, що поєднується у разовому принципі *розподілу* матеріалу. Це надає обґрунтування доцільності застосування *укрупнено-дробових* модульних параметрів елементів та ІБС відповідно до УМКБ на противагу укрупненим і дробовим геометричним параметрам згідно з МКРБ.

Розглянуто теоретичну модель збірної модульної ІБС, що скоординована узагальненим модулем. Модель утворено суміщенням просторової підсистеми координаційних площин відповідно до МКРБ з підсистемами модульних навантажень на перекритті і покритті. Три складові підсистеми – *геометрична, вантажна і силова* (як несучої здатності конструкцій) узагальненої модульної системи підпорядковуються властивості адитивності. Із взаємозв'язку цих підсистем виведено аналітичні вирази можливих випадків варіабельності її параметрів, що утворюють множину варіантів різноманітності ІБС у їх об'ємно-планувальних, проектно-розрахункових, конструктивно-структурних, організаційно-технологічних та інших проявів «гнучкості». Зокрема, з цих виразів виходить, що модульні величини можуть бути не тільки укрупненими або дробовими, а й *укрупнено-дробовими* водночас. Такий вираз поширюється відповідно до УМКБ на будь-які параметри ІБС: навантаження, несучої здатності, структурного складу, теплотехнічних властивостей, довговічності тощо. Величини геометричних параметрів габаритних і конструктивних схем ІБС, їх конструктивно-планувальних комірок, окремих конструкцій можуть складати, наприклад, такі ряди: 6,0; 6,1; 6,2 м і далі; 9,0; 9,3; 9,6 м і далі та ін. Вони відповід-

ні «різальній» технології, яка вище за «гнучку» щодо рівня промислового виробництва і додатково сприяє розв'язанню проблеми «одноманітності й багатомоноклатурності». Стають можливими методи *вичерпання* та *компенсації* несучої здатності типових конструкцій (або разовий метод *вичерпання–компенсації*).

Наведено як методичні приклади уніфіковані ряди навантажень від снігового покриву, вітрового тиску і перекриття будівель в модульному вираженні, а також уніфікований модульний ряд приведенного сумарного навантаження на покриття одноповерхових виробничих ІБС, що містить силову дію вітру в еквівалентному вираженні через модульну розрахункову несучу здатність їх елементів.

Зазначена *критеріальна умова*, згідно з якою збірні ІБС за взаємодією елементів діляться на *адитивні*, коли їм підлегла УМКБ щодо елементів з модульною несучою здатністю і *неадитивні*, що приводяться до квазіадитивних. Наведено методику укрупненого конструктивно-структурного розрахунку несучих модулів згідно з УМКБ.

Таким чином, проведеною методологічною експлікацією поняття модуля разом з іншими положеннями як *теорією узагальненої модальності* забезпечується узагальнена модульна координація ІБС.

Для опису багатоманітності елементів та ІБС застосовані логіко-семантичні понятійні співвідношення за певними АКТ-ознаками з точними визначеннями *поштучних, збірних, монолітних та комбінованих* елементів і систем. За атрибутивними ознаками кожного з класів елементів та ІБС дано відповідний опис на різному рівні деталізації напрямків їх індустріалізованого виробництва та зведення з будь-яких матеріалів за агрегатним станом (твердих, рідинних, газових і комбінованих). Тут суттєвим є ступінь відповідності елементів і систем формально-логічним ознакам, що містяться в квадраті замінності. Дані положення закладені у систематизацію АКТС або ІБС з їх логіко-семантичним описом. Введено поняття типологічного «першопочатку» цієї систематизації та його склад.

Різнозамінність поділено на: *формальну, неформальну* (разом – *номінальну*) і *неномінальну* залежно від ступеня відходу суттєвих АКТ-ознак (логічних основ, семантичних денотат) визначень елементів та ІБС. Якщо при заміні немає відповідності й за такими ТУ, то системи *унікальні* (незамінні) та *кустарні* (непромислові). На цьому діленні проведено систематизацію методів різнозамінності, яка містить, наприклад, методи елементарної диверсифікації, модифікацій, комбінаторний, фрагментарно-матричний, «непримусеного» підсилення конструкцій, додаткових деталей, нетипових прив'язок, конструктивно-функціональної адаптації, варіабельності властивостей (матеріалів,

несучої здатності та ін.), трансформації, «нестандартного» застосування, спрямованого руйнування тощо. Зауважено на їхні перетинання за формальними ознаками, відзначені діалектично протилежні напрями їх прийомів: суміщення–розподілення (властивостей і ін.), ускладнення–спрощення (складу і ін.), концентрації–розосередження (навантажень і ін.), збірність–розбірність (систем і ін.) і ін.

Формулюється окремий *законі багатоманітності* збірних ІБС, що є підсумком методологічної експлікації теорій узагальненої заміності та узагальненої модульності, що відбиває зв'язок між ІБС і елементами через дві підсистеми – *Каталог* і *Номенклатуру*. Формула закону: Багатоманітність збірних ІБС – суть агрегування–конгломерування елементів промислового серійного виробництва, що мають властивість амбізамінності, в узагальненій модульній координації систем.

Закон містить підтверджені гіпотези про першоджерело (першоснову і першопричину) багатоманітності; відбиває технічний ефект багатоманітності у взаємодії елементів і систем; враховано аксіоми тотожності та різниці за формою і змістом; поєднує теорії узагальненої заміності та узагальненої модульності. Область дії закону обмежена *умовою адитивності* стосовно характеристик, що враховуються під час проектування. Із закону випливають такі сліdstва:

- *збільшення* різноманітності збірних ІБС в Каталозі забезпечується *підвищенням* технічного ефекту багатоманітності, що результативніший через методи різнозамінності з *ослабленням* детермінуючого (тут: стримуючого) впливу УМКБ, оскільки остання знижує відмінності у системах;

- *зменшення* багатоманітності збірних виробів у Номенклатурі забезпечується *підвищенням* технічного ефекту багатоманітності, що результативніший через властивість різнозамінності з *підсиленням* детермінуючого (тут: регулюючого) впливу УМКБ, оскільки без неї промислове виробництво вироджується в кустарне та унікальне;

- *розв'язання* проблеми одноманітності ІБС та багатоманітності елементів – *процес*, що виник з початком індустріалізованого будівництва, йде у даний час і буде далі. Ефективність розв'язання проблеми вище на засадах експлікаційної методології ІБС.

Протиріччя щодо одночасного *ослаблення*–*підвищення* впливу УМКБ вирішується удосконаленням властивостей і методів взаємо-, різно-, амбірізнозамінності, що разом задовольнятимуть протилежності у розвитку збірних та інших ІБС. Згідно з квадратом заміності при суворій відповідності АКТ-рішень визначенням різних форм заміності область дії закону – повнозбірне будівництво, а саме: стаціонарні ІБС – великоблокові, великопанельні, об'ємно-блокові; мобільні – пе-

ресувні, контейнерні, збірно-розбірні, збірні швидко монттовані будівлі (ШМБ) і такі ін. Якщо монолітне домобудування розглядати як таке, що утворюються з номенклатури збірно-розбірної опалубки, тоді закон є чинним на цей напрям індустріалізованого виробництва (причетне до інвентарної опалубки).

Однак залежно від порушення формальних основ визначень різних форм заміності за ознаками типології АКТС закон має тяжіння до поширення області дії на інші напрями індустріалізованого виробництва – дрібноштучного, монолітного, комбінованого зі збірним і ін. При цьому формула закону відповідно «розмивається» за її формальними ознаками з тенденцією охоплення багатоманітністю будь-яких ІБС.

Вірогідність формальної різнозамінності перевірено АКТ-рішеннями збірно-розбірних будівель з універсальних секцій-пакетів (УСП), розв'язанням проблем багатомоменклатурності елементів та дефіциту обіговості будівель переважно методами агрегування-конгломерування в екзогенному-ендогенному спрямуваннях їх розвитку. Притаманну контрейлерним будівлям проблему збільшення об'ємів та площ розв'язано трансформацією конструкцій, що згідно з діалектичним квадратом заміності елементів промислового виробництва є методом формальної різнозамінності. Методом комбінаторики вирішено проблему одноманітності тришарнірних рам для сільськогосподарських будівель з-за не варіабельності параметрів рам. Класична в архітектурі «проблема торця» причетне до фахверкових стін одноповерхових промислових будівель вирішена переважно методом диверсифікації. На разовій підставі узагальнених теорій заміності та модульності поширено область застосування каркаса с.1.020-1/87 на житлове будівництво. Неномінальну різнозамінність ілюстровано низкою альтернативних АКТ-рішень реконструкції житлових 5-типоверхових великопанельних будинків. Наведено інші приклади.

Розглянуто особливості методичного аналізу збірних ІБС з різнозамінних елементів щодо інженерно-будівельних розрахунків, рівня типізації та уніфікації; а також техніко-економічного ефекту.

Разом викладене вище є експлікаційною методологією АКТ-проекування ІБС. Вона надає шляхи і засоби підвищення ефективності типізації та уніфікації збірних, а також комбінованих зі збірними ІБС (збірно-монолітних, збірно-дрібноштучних і ін.), а положення неномінальної заміності можуть застосовуватися до будь-яких ІБС.

## ABSTRACT

The monography is devoted to formation of methodology of designing of buildings and structures as building industrialized systems (IBS) in their development. The primary source of a divergence and valid contents of concept of interchangeability is revealed, the concepts of inter-, variable- and amby- interchangeability are offered instead of it; the axioms of single, variety and methodological analysis of the origin of a variety are given; the analysis of the theoretical model of development modular (and other) IBS is carried out; the technical effect of variety is revealed and the methods of increase of its productivity in formation of various IBS are given, the systematized on the factors, of originating distinctions are revealed, etc.

The same is carried out concerning the modular concept of elements and systems: the Generalized modular coordination in construction (GMCC) as development of standard Modular coordination of the sizes (MCSC) in construction are offered. The law of variable prefabricated IBS, its consequences, the scope and conditions of expansion on other IBS (finely-piece, monolithic, combined) are deduced.

The methodology of designing IBS includes the generalized theories of interchangeability and module, checked up on the author's decisions of private scientific and technical problems (tasks) of designing.

It is intended for architects, engineer-builders and technologists of building production and it can evoke interest of the experts of other industries.

Научное издание

**Игорь Иванович РОМАНЕНКО**

**ИНДУСТРИАЛИЗОВАННЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ:  
МЕТОДОЛОГИЯ ЗАМЕНЯЕМОСТИ И МОДУЛЬНОСТИ**

В авторской редакции

Разработка оригинал-макета обложки –  
дизайн-лаборатория ХНАГХ (Клочко Т.Е.)

---

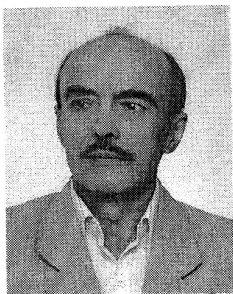
Подп.к печ. 03.07.08  
Печать на ризографе  
Тираж 500 экз.

Формат 60×90/16  
Усл-печ. л. 25,76  
Зак. № 4265

Бумага офисная  
Уч-изд. л. 26.06

---

Сектор оперативной полиграфии ЦНИТ ХНАМГ  
61002, Харьков, ул. Революции, 12



Автор монографии Игорь Иванович РОМАНЕНКО (р. 1942 г.) – доктор технических наук, профессор кафедры градостроительства Харьковской национальной академии городского хозяйства (ХНАГХ), имеет более 200 опубликованных работ, в том числе около 70 изобретений. Исследование в области основ проектирования зданий и сооружений – результат обобщения научно-исследовательской, проектно-конструкторской и учебно-педагогической работы во Всесоюзном НИИ организации и механизации шахтного строительства (Харьков, 1965–69, 1973–79), НИИ оснований и подземных сооружений (Москва, 1969–73 гг.), Харьковском институте механизации и электрификации сельского хозяйства (1979–89 гг.) и ХНАГХ (с 1989 г.). Основная проблема, решаемая методологией заменяемости и модульности индустриализированных строительных систем (ИСС), – увеличение многообразия зданий и сооружений в типовом и нетиповом проектировании при снижении многономенклатурности сборных конструкций и других изделий серийного промышленного производства, применяемых в полносборном и комбинированном с их применением строительстве. Методология заменяемости и модульности в ИСС способствует также повышению эффективности проектирования зданий и сооружений в других направлениях индустриализированного строительства (монолитном, мелкоштучном, комбинированном с ними и др.).